

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

•
f
"LA CONCEPCION HOLISTA DE LAS TEORIAS
CIENTIFICAS Y EL ESTRUCTURALISMO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN FILOSOFIA

P R E S E N T A

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COMISARIO SUPERIOR
JORGE GABRIEL FLEMATTI ALCALDE

MEXICO, D.F.

X F 84
F L E

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Indice

	Pág
Introducción.....	4
Resumen del contenido.....	8
CAPITULO I: LOS PLANTEAMIENTOS HOLISTAS.....	16
I.1. Una lectura de Pierre Duhem.....	17
I.2. Comentarios a la lectura.....	21
I.3. Una lectura de Willard Van Orman Quine.....	24
I.4. Comentario a las lecturas.....	41
I.5. Una lectura de Thomas Kuhn.....	42
CAPITULO II: EL ESTRUCTURALISMO COMO INSTRUMENTO PARA UN ANALISIS DEL HOLISMO.....	48
II.1. El estructuralismo.....	49
II.2. ¿Por qué emprender un examen del holismo a través de la perspectiva estructural.....	52
II.3. El enunciado de Ramsey.....	61
II.4. Sobre la manera en la que el enunciado de Ramsey modificado por el estructuralismo contribuye a solucionar fallas en la tradición enunciativista.....	65

II.5. El enunciado de Ramsey generalizado.....	72	
II.6. El enunciado de Ramsey más general que presenta el estructuralismo.....	77	
II.7. El enunciado - D y el enunciado - C	81	
CAPITULO III: EL HOLISMO Y EL ESTRUCTURALISMO. ANALISIS		
DE LA CONCEPCION HOLISTA A TRAVES DEL		
EJEMPLO DE LA HIDRODINAMICA DE FLUIDOS		
IDEALES EN SU VERSION RECONSTRUIDA.....		90
III.1. Un intento de clasificación de las ideas holistas.....	91	
III.2. ¿Es plausible un holismo a la Quine?.....	96	
III.3. El círculo de presuposiciones que abarca toda la ciencia y el estructuralismo. El problema de la circularidad viciosa y del regreso al infinito.....	100	
III.4. Desarrollo de una reconstrucción al modo es- tructural: El ejemplo de la hidrodinámica de fluidos ideales (El ejemplo <u>E. - HFI</u>)	102	
III.5. Análisis de una postura holista a través del ejemplo presentado.....	120	

CONCLUSIONES GENERALES. LAS APORTACIONES ORIGINALES DE
ESTA TESIS..... 133
SIMBOLOS..... 135
BIBLIOGRAFIA..... 138

Introducción

OBJETIVOS, HIPOTESIS y METODOLOGIA. LA IMPORTANCIA
FILOSOFICA DE ESTA TESIS

El objetivo de esta tesis es mostrar que una reconstrucción aceptable de las tesis holistas relativas a las teorías científicas es la que se expresa en las afirmaciones llamadas Hol - 1), Hol - 2), Hol - 3), Hol - 4) y Hol - 5) que se encuentran en las páginas 21, 45, 127, 130 y 132 de este trabajo y que esta interpretación puede especificarse para el caso de una teoría empírica particular, la hidrodinámica de fluidos ideales, en donde esta particularización adquiere validez. Esta especificación permite, en realidad, darle un contenido empírico a las afirmaciones filosóficas generales antes mencionadas situando así a la discusión en un plano más fructífero por menos metafórico y vago.

Teniendo a la vista este objetivo se han revisado, en primer lugar, las posiciones holistas clásicas relativas al dominio científico considerando los escritos de autores como Pierre Duhem, Willard Van Orman Quine y Thomas Kuhn, para reconstruirlas analizándolas críticamente y examinarlas a la luz de la perspectiva estructural, finalizando con una toma de posición frente al problema.

En los trabajos contemporáneos relacionados con filosofía de la ciencia se han abordado distintos problemas relativos a las nociones de revolución científica, inconmensurabilidad de teorías, progreso científico, observacionalidad y teorici- dad, contrastación de teorías y holismo, para no mencionar sino algunos de los más relevantes.

El asunto del holismo ha sido tratado, salvo importantes excepciones, en términos un tanto vagos y metafóricos, cuando no de una manera incomprensible. Ello ha llevado a un estado de estancamiento en las discusiones que ha conducido a ciertos autores a un rechazo hacia el tema del holismo.

No obstante ello, creo que es posible superar esta situación enfocando la cuestión a través de la llamada concepción estructural, la cual usa una metodología que permite la obtención de resultados dentro de la así denominada filosofía especial de la ciencia. En este caso, lo que se busca es hacer más precisa y detallada la argumentación filosófica a través del análisis de teorías científicas particulares y de ejemplos concretos debidamente reconstruidos.

En términos generales, se puede decir que el holismo sostiene, en primer lugar, que las teorías se enfrentan al tribunal de la experiencia como totalidades (y justamente por ello no hay lugar

para corroborar o rechazar hipótesis aisladas) y, en segundo término, que las afirmaciones de las teorías empíricas conforman un entramado tal que cambios en una porción del mismo implican la introducción de modificaciones en alguna otra porción del mismo.

Es en el capítulo I en donde se matiza esta noción general de holismo y se estudia su evolución a través del examen de las afirmaciones de ciertos pensadores que se destacan en la filosofía de la ciencia de nuestro siglo. También se persigue allí dejar claras sus tesis comparándolas y criticándolas.

El objetivo del capítulo II es el de introducir al estructuralismo como herramienta adecuada para abordar la cuestión del holismo científico, encontrando en el propio estructuralismo elementos holistas. De manera tal que, en esta parte, se sostienen dos cosas: que el estructuralismo incluye en sí mismo componentes holistas y que sirve para elucidar el problema del holismo. La segunda tesis se fundamentará más con la presentación de los análisis del capítulo III.

Este último capítulo constituye la parte especialmente original de esta tesis. Al principio se incluye un mapa de las distintas posiciones holistas. Luego se analiza la plausibilidad de las mismas, dándole particular énfasis al examen de

la posición de Kuhn tomando en cuenta un ejemplo: el de la reconstrucción de la hidrodinámica de fluidos ideales. Este ejemplo es, en realidad, una continuación de un trabajo iniciado al elaborar la tesis de maestría. Este es un avance frente a aquel trabajo en múltiples aspectos, por ejemplo, se incluye en él una nueva discusión relativa al problema de la HFI-teoricidad de las funciones primitivas y un trabajo de detalle conducente a la construcción de la red teórica de la hidrodinámica de fluidos ideales así como la exposición concerniente a las condiciones de ligadura de esta teoría.

Finalmente, se pretende extraer conclusiones y aportaciones a partir de todo el desarrollo que mejoren nuestras metodologías metateóricas para enfocar el trascendente tema del holismo. No olvidemos que este tema toca muy de cerca a la labor de cualquier científico que se proponga corroborar experimentalmente a una teoría empírica, como así también, a todo filósofo que intente elucidar la estructura de la ciencia.

Resumen del contenido

Comenzamos en el punto I.1. leyendo a Pierre Duhem. Según este autor, los enunciados de una teoría científica como es la física no se ponen a prueba individualmente al experimentar, sino como sistema. Así, en el caso de que un experimento no coincida con las predicciones, sabremos que hay una falla en el sistema teórico, pero no sabremos exáctamente cuál es la hipótesis que falla y a la que hay que modificar pues el experimento no nos da esa información.

Este sistema teórico que es puesto a prueba al intentar contrastar un constituyente de la ciencia puede concebirse como un conjunto de teorías físicas o como toda la física ya que la posición de Duhem parece restringir el holismo al caso de la física pero no a otras disciplinas científicas (cf. I.2. de esta tesis).

Al contrario de Duhem, Quine, según señalamos en I.3., admite que la concepción holista tiene un radio de acción que abarca a todos los conocimientos científicos. Quine compara al conjunto de nuestros conocimientos con un entretrejido confeccionado por los hombres que incorpora a todas las materias, desde la geografía a la física atómica, y desde la lógica a la historia, el cual se enfrenta con la experiencia únicamente

en su periferia.

El planteamiento anterior nos indica que, para Quine, es la ciencia tomada como conjunto la que tiene unidad de significado empírico. Es por ello que Quine no acepta una división tajante entre los enunciados analíticos (o enunciados que encuentran su base fuera del campo experiencial) y los enunciados sintéticos (o enunciados que se fundan en los hechos). El considera, en oposición al empirismo clásico, que cualquier enunciado puede conservarse inalterado al interior de un sistema teórico si se efectúan ciertos cambios en el mismo. Y en contrapartida también sostiene que todo enunciado es revisable.

No obstante ello, el sistema de enunciados no se construye de una manera caótica. Existen tres principios fundamentales, según Quine, que rigen esta construcción: el de simplicidad, el de mínima revisabilidad y el del conservadurismo.

En I.4. detallamos los aspectos que llevan a calificar a la posición de Quine en relación con el holismo como mucho más extrema que la de Duhem.

Enseguida, en el punto I.5., consideramos lo que Kuhn tiene para decirnos con respecto del problema del holismo. Kuhn piensa, entre otras cosas, que la totalidad que entra en juego cuando se

intenta corroborar un componente de la ciencia es un paradigma (al que hemos asociado con lo que se entiende por teoría científica en sentido estructuralista).

Contrariamente a Duhem, Kuhn extiende sus planteamientos de manera que incluyan, no solamente a la física, sino a toda la ciencia, aunque su holismo es menos extremo que el de Duhem y el de Quine, ya que parece considerar un holismo al interior de teorías científicas individuales.

En II.1. exponemos muy rápidamente a la corriente estructuralista ya que, en caso de ser necesario, puede recurrirse a los escritos de Sneed, Stegmüller y Moulines mencionados en la bibliografía para obtener una presentación amplia de la perspectiva estructural.

Es en el punto II.2. en donde buscamos justificar la utilidad de esta concepción estructuralista para el análisis del holismo. Allí mostramos cómo el estructuralismo constituye una manera más adecuada que la concepción tradicional enunciativista para examinar a una teoría científica empírica como totalidad. También destacamos la importancia que el estructuralismo le da al campo de aplicaciones para determinar la identidad de una teoría empírica y observamos cómo la caracterización de los términos de una teoría empírica a partir de las interconexiones axiomáticas del predicado conjuntista y de las aplicaciones de dicho predi-

cado permite entrever incluso al interior del propio estructuralismo elementos holistas.

A pesar de lo señalado, no es en II.2. en donde se confirma totalmente la relevancia del estructuralismo sino otro punto posterior en donde efectuamos un análisis del holismo a partir del ejemplo de la reconstrucción estructural de la hidrodinámica de fluidos ideales.

En II.3. se presenta al enunciado de Ramsey, el cual será empleado posteriormente con el fin de precisar, detallar y analizar diversas tesis holistas. La idea de Ramsey era la de construir un enunciado que conservase el mismo contenido observacional de una teoría empírica dada que en el enunciado original de esta teoría, pero sin que en este nuevo enunciado apareciesen términos teóricos. El proponía sustituir a estos últimos por variables cuantificadas existencialmente. Ramsey creó su enunciado con el fin de resolver un problema epistemológico-semántico que presentaban los términos teóricos.

Sin embargo, no es la perspectiva del propio Ramsey la que interesa a los fines de esta tesis. Más bien, tomaremos en cuenta las modificaciones que el estructuralismo le hace a este enunciado.

En II.4., vemos como el estructuralismo altera al enunciado de Ramsey original, dando lugar así a una expresión adecuada de

la aserción empírica central de una teoría empírica, lo cual permite a su vez, fundamentar a la concepción modelo-teórica como forma superior a la enunciativista para los análisis relacionados con las aserciones empíricas de las teorías científicas.

En II.5. se modifica todavía más al enunciado de Ramsey, y ello produce un nuevo enunciado llamado de Ramsey - Sneed y que es el resultado de alterar al enunciado de Ramsey original en los tres aspectos siguientes:

- se han considerado en él diversos dominios de aplicación
- se han tomado en cuenta a las condiciones de ligadura que vinculan a los modelos entre sí,
- se ha restringido al predicado fundamental mediante al introducción de leyes especiales.

En II.6. presentamos al enunciado de Ramsey modificado más general, el cual considera también a las condiciones de ligadura que restringen a las funciones teóricas que aparecen en las leyes especiales.

Es de recalcar que estos enunciados de Ramsey - Sneed se encuadran dentro de una concepción modelo - teórica (y no dentro de una enunciativista) y, desde esta perspectiva, tienen la pretensión de que su sofisticación permita expresar de una manera menos trivial a la complejidad presente en las teorías empíricas

concretas.

En II.7. ponemos en conjunción a un cierto número de enunciados de Ramsey - Sneed de manera de obtener, en primer lugar, una expresión posible de las aserciones empíricas de una disciplina científica y, en segundo lugar, una expresión posible de las aserciones empíricas de toda la ciencia, obteniendo así los enunciados que hemos llamado D y C.

En III.1., hemos intentado hacer un mapa de las distintas posiciones que caben al interior del holismo. Hay quienes sostienen, como Quine, un holismo que abarque toda la ciencia y ellos son los más extremos. Pero hay también otras posiciones más débiles que aquí describimos. Una de estas posturas es la de Pierre Duhem quien sostiene un holismo al interior de la física.

Quizás haya también otros autores que hayan pensado en este tipo de holismo al interior de una disciplina científica determinada. Para expresar este tipo de holismo es un requisito saber qué teorías vamos a incluir en una disciplina científica determinada y cuáles no. Con el fin de dar respuesta a este interrogante proponemos un criterio denominado CRIT - D basándonos en un método de ejemplos paradigmáticos, el que se apoya a su vez en ciertas ideas de Wittgenstein.

Aclaremos que esta clasificación la hacemos usando los con-

ceptos vertidos al final del capítulo anterior.

En III.2. tratamos de hacer comprensible y plausible un holismo à la Quine a través del uso de ejemplos. Dejemos claro que no contamos con argumentos suficientes que apoyen esta posición y que tampoco nos oponemos a la misma.

En caso de aceptar una versión del holismo à la Quine se presentaría, en mi opinión, un círculo o un regreso al infinito en el planteo estructural, problema al que aludo en III.3.

En los puntos III.4. y III.5., se hace un análisis del holismo a través del ejemplo de la reconstrucción de la hidrodinámica de fluidos ideales.

Con base en este ejemplo, establecemos ciertas comparaciones que se fundamentan en análisis concretos, entre lo que ocurre al interior de esta reconstrucción y las tesis holistas detalladas en el curso de esta tesis.

Intentamos encontrar así concordancias que permitan precisar mediante ejemplos concretos el sentido de ciertas afirmaciones que antes quedaban quizás únicamente en un plano metafórico, estableciendo así ciertos resultados que se detallan en el punto de conclusiones.

Para terminar este resumen diremos que los propósitos de cada uno de los capítulos (que coinciden con los de la tesis) son:

- Efectuar durante el capítulo I una reconstrucción crítica de la evolución de la concepción holista en los autores más sobresalientes que se han referido al tema.
- Presentar en el capítulo II al estructuralismo como una herramienta de análisis holista con la que se pueden lograr importantes frutos.
- Usar en el curso del capítulo III a esta herramienta con el fin de precisar, interpretar y reconstruir ciertas afirmaciones del holismo.

- 16 -

CAPITULO I

LOS PLANTEAMIENTOS HOLISTAS

- -

I.1. Una lectura de Duhem

Contraviniendo cierta tradición de la filosofía de la ciencia, Duhem sostiene que un determinado experimento no puede nunca contrariar a una hipótesis aislada ya que lo está en juego al experimentar es todo un grupo de teorías. Cuando un físico realiza un experimento está en realidad presuponiendo la justeza de distintas teorías.

Esta aserción se vincula con un análisis del rol y la importancia del experimento en física. Los experimentos son de dos tipos: los llamados de aplicación y los llamados de contrastación, siendo los de este segundo tipo los que ocupan la atención en el análisis de Duhem. Los del primer tipo no intentan descubrir fallas en las teorías aceptadas o comprobarlas sino usarlas con el objeto de obtener un resultado práctico como lograr hacer funcionar una lámpara. Los del segundo tipo son también realizados por los físicos y son los que permiten la creación de nuevas teorías y el desarrollo de la ciencia.

Duhem trata de ver con ejemplos que ahora consideraremos qué es lo que ocurre cuando alguien intenta poner a prueba una hipótesis. El ejemplo inicial (abreviaremos E - 1) que

tomar en cuenta correspondè a la contrastación de la siguiente hipótesis:

H - 1) La luz está formada por pequeñas partículas que constituyen proyectiles extremadamente delgados. Ahora bien, esta es una hipótesis inicial de la teoría de la emisión para fenómenos ópticos. Esta teoría también sostiene otras proposiciones como las siguientes: que los proyectiles tienen origen en las diferentes fuentes lumínicas, que pueden penetrar a todos los cuerpos transparentes, que sufren atracciones y repulsiones dependiendo del medio donde se encuentren, que las atracciones y repulsiones son menos intensas cuando la distancia que separa a las partículas en interacción es grande, etcétera. Estas hipótesis junto con otras permiten constituir toda una teoría de la refracción y de la reflexión de la luz. De esta teoría es posible derivar (y no interesa efectuar aquí la derivación) la siguiente afirmación:

A - 1) "El índice de refracción de la luz que pasa de un medio a otro es igual a la velocidad del proyectil de luz en el medio en que penetra dividido por la velocidad del mismo proyectil en el medio abandonado."(cf. Duhem 1977, p.186)

Esta aseercción fue utilizada por Arago para mostrar que la

teoría de la emisión no se avenía a los hechos. Arago partió en realidad de una conclusión, que se obtiene empleando A - 1), que es la siguiente:

A - 2) La velocidad de la luz es mayor en el agua que en el aire.

Luego intentó crear un procedimiento que permitiera comparar la velocidad de la luz en los dos medios: el agua y el aire, empresa que fue llevada a feliz término por Foucault y de la que se deduce el enunciado que escribimos a continuación:

A - 3) La velocidad de la luz es menor en el agua que en el aire.

Esto demuestra lo que se intentaba probar: que la teoría de la emisión no se avenía a los hechos. Sin embargo esto no lleva a descartar la hipótesis fundamental H - 1) ya que lo que no concuerda con los hechos es la teoría de la emisión como sistema. Lo malo del asunto es que el experimento nos dice que hay un error, pero no nos dice dónde lo podemos encontrar. No sabemos cuál de todas las hipótesis que constituyen la teoría (y que mencionamos antes) es la incorrecta.

Duhem usa estas palabras para resumir su planteamiento:

"...el físico nunca puede someter una hipótesis aislada a una prueba experimental, sino sólo a todo un grupo de hipótesis; cuando un experimento no concuerda con sus predicciones, lo que él descubre

es que por lo menos una de las hipótesis que constituyen el grupo es inaceptable y debe ser modificada; pero el experimento no designa cuál es la que debería cambiarse." (Duhem 1977, p.187)

Duhem ha hecho uso del ejemplo para mostrarnos que si intentamos corroborar una hipótesis cualquiera (como podría ser la H - 1)) nos vamos a encontrar con que ella no está aislada sino que se enmarca en un entramado de otras hipótesis físicas. Si de todo el entramado derivan una aserción (como podría ser la A - 2)) y luego vemos que entra en contradicción con otra aserción que obtenemos en un experimento (como podría ser la A - 3)), vamos a concluir que hay una falla en nuestra teoría empírica. Sin embargo, esta disfunción no hay que atribuírsela directamente a la hipótesis inicial (en este ejemplo la H - 1)) sino al entramado teórico como conjunto. Y por ello no estará claro el lugar en el que se ubica la falla.

I.2. Comentarios a la lectura

Consideremos las proposiciones siguientes:

HOL - 1a) En la contrastación de un constituyente de la ciencia interviene una totalidad en la cual éste se integra. Esta totalidad es la que se pone a prueba al contrastarlo y no el constituyente individual.

Hel - 1b) Las afirmaciones de las teorías empíricas conforman un entramado del que cambios en una porción del mismo implican la introducción de modificaciones en otra porción del mismo.

En el caso que antes denominamos E - 1) se ponía a prueba el constituyente de la ciencia A - 2) que es un enunciado de nivel empírico interviniendo una totalidad constituida por hipótesis vinculadas con la teoría de la emisión cuyo número no quedaba bien precisado. Queda entonces un poco vago el asunto referente a los límites de esta totalidad ya que en algunos momentos, tal como en E - 1), Duhem parece señalar que la totalidad está constituida por todo un grupo de teorías que se vinculan entre sí, pero en otros pasajes de la obra afirma que lo que está en juego es la totalidad de la física. Así por ejemplo señala:

"La física no es una máquina que se pueda tomar por pedazos; no podemos tratar aisladamente cada pieza (...). La física es un sistema que debe tomarse como un todo; es un organismo, en el cual una parte no puede ser puesta en funcionamiento a menos que las partes más remotas sean también activadas, algunas más que otras, pero todas en algún grado."(Duhem 1977, pp. 187-188)

Sin embargo, para fundamentar este segundo modo de ver a la totalidad no suministra ejemplos. Y tampoco podemos deducir de E - 1) que en el caso de la puesta a prueba de la ley de la emisión de Newton estuviese en juego toda la física, aunque sí estamos en condiciones de aseverar que Duhem muestra en este ejemplo que hay toda una red de teorías en juego. Es por ello que podemos atribuir a Duhem dos tesis, una más extrema y otra más débil que podríamos llamar T - 1) y T - 2) y expresarlas así:

T - 1) La totalidad que interviene al contrastar un constituyente de la física y que se pone a prueba al contrastarlo está constituida por todo un grupo de teorías físicas vinculadas entre sí.

T - 2) La totalidad que interviene al contrastar un constituyente de la física y que se pone a prueba al contrastarlo está constituida por la totalidad de la física.

Se nos podría ocurrir suplantar la palabra física por otra palabra que expresase T - 1) y T - 2) de una manera más general y así obtendríamos:

T - 3) La totalidad que interviene al contrastar un constituyente de una disciplina científica, cualquiera sea ésta, y que se pone a prueba al contrastarlo esta constituida por todo un grupo de teorías de esa disciplina vinculadas entre sí.

T - 4) La totalidad que interviene al contrastar un constituyente de una disciplina científica y que se pone a prueba al contrastarlo está constituida por la totalidad de esa disciplina.

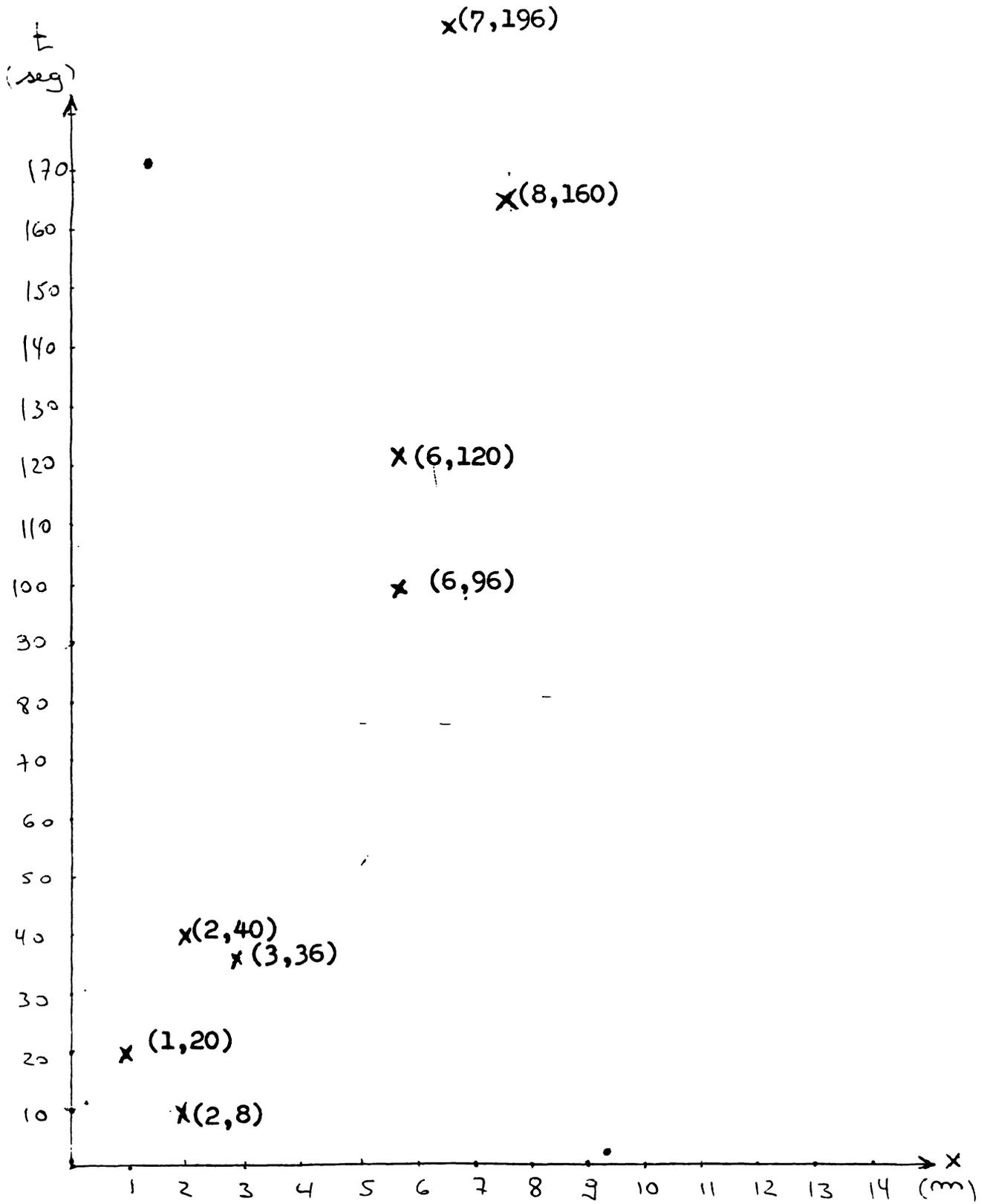
Peró Duhem ya no estaría tan de acuerdo con T - 3) y con T - 4). Cuando analiza el caso de la fisiología y de ciertas ramas de la química (cf. Duhem 1977, cap. VI-1), en las que el experimentador está guiado en gran medida por el sentido común y una gran atención, ya no parece sostener que haya totalidades intervinientes.

I.3. Una lectura de Quine

Quine concibe a la totalidad de nuestros conocimientos como un entretejido confeccionado por el hombre, en el cual se incluyen todo tipo de materias, desde la geografía y la historia hasta la física atómica, que se enfrenta a la experiencia sólo a través de sus orillas. Así compara a la totalidad de la ciencia con "un campo de fuerzas cuyas condiciones de contorno están dadas por la experiencia" (Quine 1951, p.60). Entonces una desavenencia con la experiencia periférica va a ocasionar ciertos cambios en el interior del campo. Esto ocurre ya que si cambiamos un enunciado, ello va a provocar cambios en los otros enunciados que guardan una conexión lógica con el primero. Sin embargo, la forma en que se deben introducir estas modificaciones no queda unívocamente determinada por la experiencia ya que existe una subdeterminación del campo total con respecto a las condiciones de contorno, y ello implica la posibilidad de seguir diferentes caminos para asimilar el experimento conflictivo al sistema teórico.

Con el fin de comprender mejor lo que Quine pretende señalar vamos a presentar un caso concreto. Consideremos la gráfica que sigue a continuación:

Gráfica G - 1



En G - 1 se han representado los valores experimentales obtenidos al controlar el movimiento de un cierto vehículo. Así el punto (2,8) quiere decir que cuando el cronómetro marcaba 8 segundos el vehículo se encontraba en la posición 8 metros, por ejemplo.

Ahora bien, si queremos asimilar estos datos empíricos al sistema teórico de la cinemática tendríamos que obtener a partir de ellos una función que representase el movimiento de este vehículo. Y es aquí donde se le presentan al científico los diferentes caminos de los que habla Quine. Así podríamos encontrar las siguientes dos funciones: la propuesta por el científico uno (ci-1) y la propuesta por el científico dos (ci -2):

El científico ci - 1 fija su atención en los puntos

$$(1,20);(2,40);(6,120);(8,160)$$

y en ellos fundamenta su afirmación de que este vehículo tiene un movimiento que sigue una ley lineal f(x) en donde se cumple que el valor numérico de la función tiempo es siempre veinte veces mayor al valor numérico de la función posición.

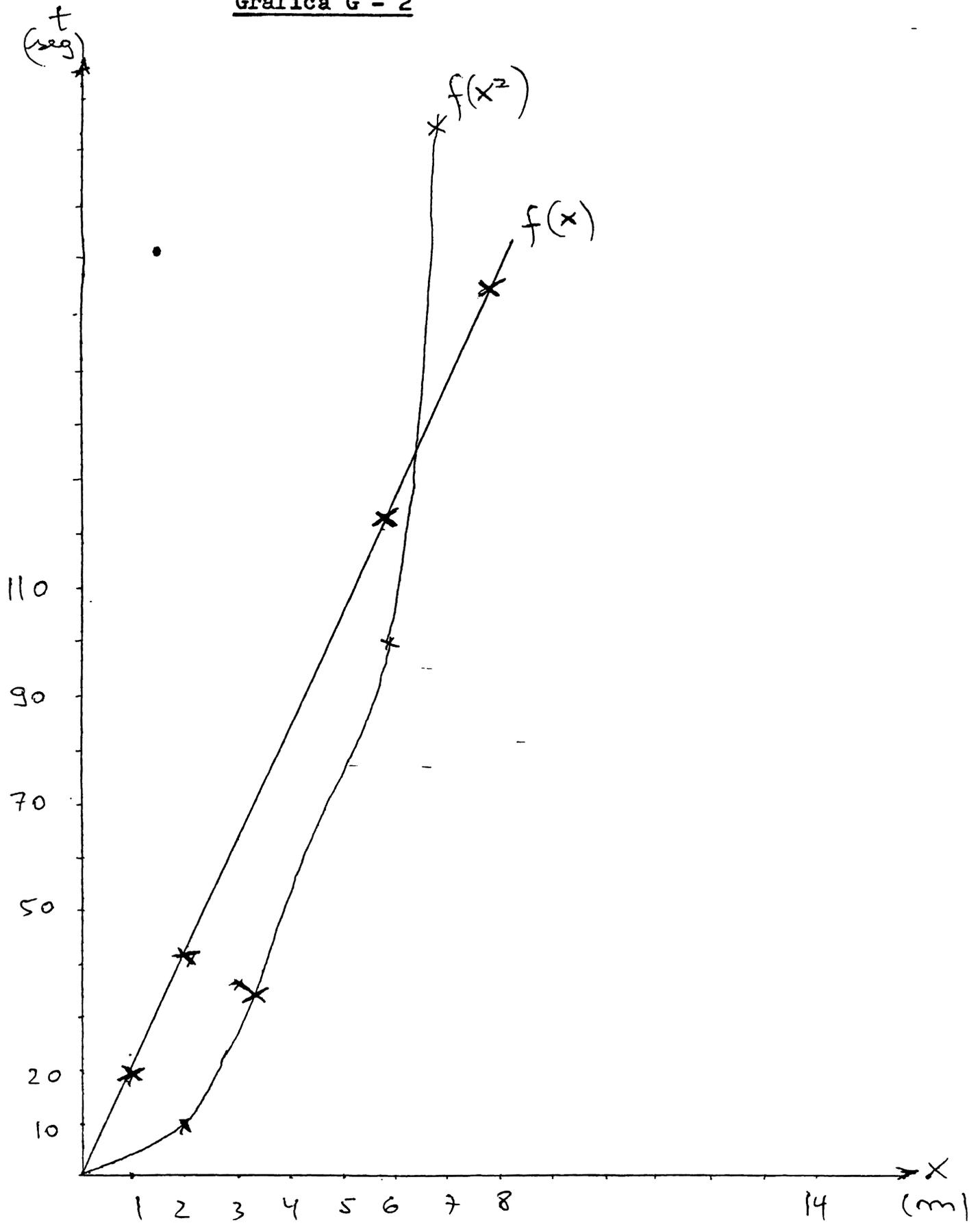
Por su parte el científico ci - 2 fija su atención en los puntos

$$(2,8);(3,36);(6,96);(7,96)$$

que fundamentan su afirmación de que este vehículo tiene un movimiento que sigue una ley cuadrática f(x²).

Observemos ahora la gráfica G - 2.

Gráfica G - 2



A partir de la gráfica vemos que los dos científicos parecen tener razón. El que sostiene la relación lineal $f(x)$ en los términos que antes señalamos y el que sostiene la relación cuadrática $f(x^2)$ en donde el valor numérico de la función tiempo corresponde a cuatro veces el valor numérico de la función posición elevado al cuadrado.

Los dos científicos que hemos denominado ci - 1 y ci - 2 están en condiciones de defender calurosamente sus hipótesis respectivas.

Es por ello que le damos mediante este ejemplo la razón a Quine cuando afirma que dado un conjunto de datos experimentales no existe un camino único a seguir en función de integrarlos en un sistema teórico.

Este ejemplo hace patente la subdeterminación de la teoría frente a la experiencia y conduce a una postura que se opone a quienes pretenden hablar del contenido empírico de un enunciado individual. Esto es todavía más evidente cuando se alude a un enunciado que está alejado de la periferia experimental del campo.

Estos argumentos permiten cimentar un rechazo a uno de los dogmas del empirismo: el que señala que hay una separación tajante entre las verdades analíticas, esto es, verdades cuyo fundamento se sitúa fuera del plano empírico

y las verdades sintéticas, esto es, verdades que encuentran su base en los hechos. Según los empiristas, los enunciados analíticos se mantienen en todos los casos, mientras que los sintéticos se mantienen mientras la experiencia se los permita.

Quine opina que esto no es así ya que piensa que cualquier enunciado puede mantenerse inalterado con tal de realizar los cambios adecuados en el sistema de enunciados. Aun los enunciados marcadamente observacionales pueden ser mantenidos en toda situación diciendo, por ejemplo, que el enunciado que los contradice reporta un error perceptual. Así Quine asevera:

"Los enunciados más cercanos a la experiencia y que las experiencias apropiadas parecen verificar pueden ser eliminados, incluso por considerárselos alucinaciones, en el caso extremo de ^{de} que/su retención se siguiese una revisión catastrófica de las leyes fundamentales."(Quine 1981, p.17)

diciendo, de esta forma, lo mismo que antes sosteníamos pero de una manera negativa.

En cuando a la totalidad interviniente que mencionamos en la aserción Hol - 1), Quine dice esto:

"La unidad de significado empírico es la totalidad de la ciencia"(Quine 1951, p.59).

Por eso podríamos adjudicar a Quine esta tesis:

T - 5) La totalidad que interviene al contrastar un constituyente de la ciencia y que se pone a prueba al contrastarlo está constituida por la totalidad de la ciencia.

En toda la argumentación anterior observamos que Quine se está oponiendo a la dicotomía tradicional entre enunciados analíticos y sintéticos al señalar que, en caso necesario, cualquier enunciado puede mantenerse inalterado realizando ciertos cambios. Por otra parte, también Quine sostiene que no hay enunciado no revisable. Y pone el ejemplo de la modificación de ciertas leyes de la lógica tradicional con el propósito de hacer más simple a la mecánica cuántica (cf. Quine 1951, p.60).

Planteadas así las cosas, da la impresión de que la revisabilidad de enunciados está envuelta en el caos y la arbitrariedad. Sin embargo, esto no es así ya que Quine proporciona ciertos principios que van a guiar este proceso. Dos de ellos pueden expresarse como sigue:

P - 1) El contorno del sistema de enunciados debe cuadrar con la experiencia.

P - 2) El entramado de enunciados debe armarse con el objetivo de simplificar las leyes.

P - 1) se encuentra expresado en los escritos de Quine de diferentes maneras (cf. por ejemplo Quine 1951, p.62). Citemos

lo que dice al respecto en Los métodos de la lógica:

" Algunos de los enunciados acerca de objetos físicos —por ejemplo, 'Tengo una estilográfica en la mano', 'El mercurio está a 80 °C'— están de cierta manera más próximos a la experiencia posible que otros; y dichos enunciados han de salvaguardarse muy celosamente una vez que las experiencias apropiadas han hecho acto de presencia. Si la revisión del sistema se hiciera necesaria, otros serían los enunciados que habrían de sufrirla." (Quine 1981, p.17)

Con el fin de fundamentar a P - 2) vamos a considerar lo que señala con relación al mismo en Word and Object y vamos a presentar un ejemplo de física (el del Principio del tiempo mínimo de Fermat) en las líneas que siguen.

Es bueno que tomemos en cuenta el libro mencionado ya que si queremos expresar con más justeza el planteamiento de Quine relativo al problema del holismo debemos atender su recomendación manifestada en una carta de 1962 dirigida a Grünbaum, en la que señala que su posición holista está detallada en términos menos vagos en su libro Word and Object (cf. Harding 1976, p.132, en donde se reproduce esta carta).

Quine trata, en este libro, de hacer una análisis del entramado de sentencias que constituyen un lenguaje. Empieza por ver cómo se aprenden las palabras y observa que este aprendizaje sólo

se da en contextos. Por cierto, lo que el individuo incorpora son sentencias que pueden estar conformadas por una sola palabra o por varias. Aquí podemos añadir algo. En mi opinión, cuando el niño empieza a manejar el habla no distingue entre palabras y frases. No sabe si las palabras son frases o si toda la frase es una palabra. Es por ello que solo aprende totalidades.

Además las palabras sólo significan en la medida en que su uso está condicionado a ciertos estímulos no verbales socialmente observables. Y una teoría realista que vincule estos estímulos con la reacción del hombre frente a ellos no puede desligarse de la psicología conductista. Estos estímulos o patrones de condicionamiento pueden variar de persona a persona. Pero ello no impide que distintos hablantes de una comunidad lingüística determinada coincidan al asentir frente a ciertas combinaciones de preguntas y estimulaciones no verbales.

Pero también hay cuestiones que no pueden dirimirse por falta de pruebas o de evidencia. Cuando la evidencia no es suficiente hay muchos otros factores que pueden tomarse como centro de gravedad para resolver estas cuestiones.

Quine nos propone el ejemplo de un automovilista que pasa

frente a un objeto y no alcanza a distinguir si es una roca o un papel arrugado. Sólo se puede guiar en su decisión por un delicado balance de fuerzas que se transmiten a través del entramado de las sentencias vinculadas remotamente con estímulos relevantes.

A veces, el estímulo sensorial no es muy intenso y eso provoca dudas. Otras veces, es intenso pero se enfrenta con un fuerte entramado de sentencias. Este juego puede verse en el ejemplo. Ya que el estímulo fue débil, el individuo puede dejarse guiar por el entramado de sentencias y concluir que el objeto es una piedra. Luego podría volver al lugar de los hechos con la idea de dirimir la cuestión y hacer fuerte el estímulo. Al tomar la decisión de decir que el objeto es una piedra, el individuo hace una predicción que podría resultar falsa al enfrentarla con la evidencia sensible. En este caso, él estaría frente a una estimulación sensible divergente y perturbadora que tiende a eliminar una conclusión previa y al correspondiente entramado de sentencias que dio lugar a la predicción.

Ocurre a veces que el entramado de sentencias es tan fuerte que resiste al fracaso en más de una predicción, suponiendo, por ejemplo, la presencia de perturbaciones o errores en la observación.

La situación planteada muestra como el individuo no toma una mera actitud pasiva ante la interanimación de las sentencias. Uno de los criterios que podría utilizar al enfrentarse con la evidencia sería el de buscar la explicación más sencilla. El observador tiende a buscar, dentro de lo posible, uniformidades dentro de la multiplicidad de los objetos y evitar las irregularidades que se oponen al descubrimiento de las leyes naturales.

Creo que lo planteado por Quine condice con la actividad experimental del científico, el cual puede ver una recta o una curva fácilmente expresables por medio de una ecuación donde un observador no avezado sólo ve un conjunto de puntos que, unidos, sólo darían lugar a una curva muy irregular. Entre los principios básicos el científico siempre tiene uno de mínima acción.

Considero de interés ilustrar aquí con un ejemplo (al que denominaré E - 2) que constituye una aplicación del ^{Principio} del tiempo mínimo de Fermat cuya idea es que

H - 2) "De todos los posibles caminos que puede tomar para ir de un punto a otro, la luz toma el camino que requiere el tiempo más corto." (Feynman et. al. 1971, p.26-4)

Un primer hecho a explicar mediante H - 2 es que cuando

vemos la puesta de sol y observamos, en cierto momento, al sol aún sobre la línea del horizonte, éste en realidad ya tiene una parte bajo la línea del horizonte. En las cercanías del horizonte, el sol aparente se encuentra aproximadamente medio grado más arriba que el sol real. Ya en el ejemplo E - 1) • habíamos presentado un experimento de Foucault y su aserción A - 3) de los cuales se puede deducir que la luz viaja menos rápidamente en medios más densos. También sabemos que la atmósfera de la tierra es más densa cuanto más cerca de su superficie nos encontramos. Si ahora tomamos en cuenta H - 2) podemos explicar el fenómeno diciendo que la luz prefiere no llegar en línea recta hacia nosotros, sino hacer una leve curva evitando las regiones más densas en donde viaja más lentamente.

Un segundo hecho a explicar mediante H - 2) sería el del famoso espejismo que vemos en el camino cuando manejamos en días calurosos y que nos hace ver "agua" en el camino. En realidad, no se trata más que de la luz del cielo que para llegar hacia nosotros pasa primero justo sobre el camino, ya que allí el aire es más caliente y, por lo tanto, menos denso de manera tal que, por allí la luz va más rápido. Vemos la luz del cielo reflejada en el camino, ya que por allí pasó antes de llegar a nuestro ojo, ya que esa vía le permitía ahorrar tiempo.

El ejemplo que hemos desarrollado coincide con la afirmación de Quine de que la simplicidad guía la adopción de hipótesis (por ejemplo, la adopción del Principio de Fermat) ^{de que} y la observación sirve para comprobar las hipótesis después de su adopción. Ya que la observación decisiva o crucial tarda mucho en llegar o es imposible, la simplicidad se constituye en el árbitro final. La simplicidad puede estar implícita o explícita en la actividad del científico. El mecanismo neurológico de la simplicidad nos es desconocido.

Aparte de P - 1) y P - 2), Quine alude a otro principio que ^{también} guía la tarea del científico:

P - 3) El entramado de enunciados debe sufrir las mínimas revisiones posibles (cf. Quine 1960, p.20).

Muchas veces se intenta en ciencia explicar nuevos asuntos mediante viejas leyes, en vez de hacerlo inventando nuevas. Es preferible usar principios que nos sean familiares y así lograr una mínima revisión de la ciencia. Esto puede implicar una actitud conservadora que promueva la pereza. Pero es innegable que también contribuye al avance de la investigación. Sin embargo, P - 2) ha de preferirse a P - 3), esto es, la simplicidad vale más que el conservadurismo. No obstante ello, el conservadurismo es normalmente la fuerza preponderante. Ello no ha de asombrar ya

que tiene la ventaja de seguir operando cuando fallan el vigor y la imaginación.

Estas revisiones que alteran mínimamente al sistema benefician especialmente a la matemática y la lógica que son centrales en el sistema conceptual. Menos centrales serían las conjeturas de la física y todavía menos las de la historia y las de la economía y por eso se revisarán con mayor facilidad.

Quine reconoce una cierta oposición entre P - 1) y P - 3) aunque le resta importancia señalando que

"...la una conlleva la otra. Porque la relación existente entre un enunciado como 'Tengo una estilográfica en la mano' y las experiencias que decimos que lo verifican es en sí misma una cuestión relativa a los principios centrales del sistema."(Quine 1981, p.17)

Sigamos profundizando ahora en la forma en que Quine elucida a los entramados conceptuales científicos y vayamos más directamente al tema del holismo.

Consideremos los argumentos que sostienen la tesis T - 5) que adjudicamos a Quine basándonos en "Two dogmas of empiricism" pero ahora tomamos en cuenta los planteamientos de Word and Object.

Vayamos a un ejemplo proporcionado por Quine al que llamaremos E - 3). Existen casos en que el individuo responde ante la presencia de una combinación de estímulos verbales y no verbales. Alguien podría mezclar los contenidos de dos tubos de ensayo y exclamar:

A - 4) Hay cobre en la sustancia.

La producción de esta sentencia es posibilitada por un estímulo no verbal que podría formularse así:

A - 5) La sustancia del tubo se ha vuelto verde.

Pero la eficacia de este estímulo es, a su vez, posibilitada por una red previa de asociaciones de palabras con palabras que, en este caso, se da al aprender una determinada teoría química. Aparte de la estimulación no verbal expresada por A - 5), hay algo más aquí: se trata de una red verbal de una teoría articulada que ha intervenido para vincular el estímulo con la respuesta.

Lamentablemente esta red articulada es muy difícil de reconstruir, aunque algo se podría señalar en cuanto al modo

en que se asocian las sentencias de la teoría interviniente. Hay conexiones lógicas y causales. Estas interconexiones se deben, en última instancia, al condicionamiento de sentencias que constituyen respuestas a otras sentencias que constituyen estímulos. Pero, ¿por qué a unas conexiones se las llama lógicas y a otras causales?. Porque se refieren a leyes lógicas o causales que son, a su vez, sentencias de la teoría.

En todos los casos la teoría comparte, a través de sus sentencias, los sustentos sensibles. Quine presenta una analogía con el caso de un arco: los ladrillos que constituyen un arco se apoyan unos en otros y, en última instancia, en los componentes de la base tomados como una totalidad. En la analogía, los ladrillos de la base corresponderían a sentencias condicionadas por estímulos no verbales y los demás ladrillos corresponderían a las demás sentencias organizadas de una teoría.

En el ejemplo de la química E - 3), hay una sentencia básica que es la que llamamos A - 5) y una no-básica que denominamos A - 4). Pero para entender por qué el científico pronunció A - 4) tendríamos que suponer que el tenía en mente por lo menos la proposición siguiente:

A - 6) El óxido de cobre es verde.

En las dos oraciones no básicas hay diferencias dado que

una es ocasional (= A - 4) , esto es, depende del resultado del experimento, en tanto que la otra (= A - 6) es eterna. Las eternas, que por supuesto deben haberse aprendido previamente, quedan implícitas en la transitividad del condicionamiento y las ocasionales se profieren en la práctica del científico.¹

De esta asociación de sentencias con sentencias surge una estructura verbal vasta que se relaciona de múltiples maneras, pero ante todo como totalidad, con la estimulación no verbal. Ante un mismo estímulo no verbal existen múltiples sentencias ocasionales que podrían pronunciarse. Por otro lado, las sentencias están tan fuertemente ligadas que hasta se pueden generar tensiones que pueden llegar a romper hasta los propios vínculos no verbales.

De una manera obvia, esta estructura de sentencias interconectadas es un entretejido que incluye a todas las ciencias y a todo lo que podamos decir sobre el mundo; las verdades lógicas y otras sentencias comunes son afines a todos los tópicos y suministran las conexiones. Hasta ^aqu_Aí la explicitación de la tesis T - 5) .

¹ Así un investigador científico al reportar los resultados de un experimento incluiría sentencias del tipo de la A - 4) .

I. 4. Comentario a las lecturas

La posición de Quine es más extrema que la de Duhem en varios aspectos:

- En primer lugar, la posición de Duhem tal como la hemos expresado en las tesis T - 1) y T - 2) parece aceptar un holismo exclusivamente en física. Por su parte Quine, lo admitiría en todos los campos del saber:

- En segundo lugar, la totalidad interviniente en la contrastación de hipótesis es, según Duhem, todo un grupo de teorías físicas (cf. T - 1)) o la totalidad de la física (cf. T - 2)) y, según Quine, está constituida por la totalidad de la ciencia (cf. T - 5)).

- En tercer lugar, Duhem piensa que el físico nunca está seguro de la existencia de hipótesis adicionales que puedan contribuir a salvar la hipótesis aparentemente refutada:

"...el físico nunca está seguro de haber agotado

todas las suposiciones imaginables."(Duhem 1977, p.190)

pero Quine parece tener por seguro que siempre es posible salvar las hipótesis cuando dice que se puede sostener de cualquier enunciado que es verdadero pase lo que pase, /

"Any statement can be held true come what may ...(Quine 1951 , p. 60)./.

I.5. Una lectura de Kuhn

Como ya hemos leído a Quine, no nos olvidaremos de sus señalamientos al leer a Kuhn sino que intentaremos una cierta comparación entre estos autores.

Iniciemos la lectura de Kuhn con un ejemplo, dado que los ejemplos juegan un papel muy central en las argumentaciones de Kuhn. A este ejemplo lo denominaremos E - 4). Se trata del problema del cuerpo pesado que oscila colgado de una cuerda o de una cadena hasta alcanzar finalmente el reposo, problema que ^{fue} considerado desde tiempos remotos. Los aristotélicos se manejaban con la hipótesis de que los cuerpos pesados se movían por su propia naturaleza desde una posición más alta a un estado de reposo natural en una más baja. Pero el cuerpo oscilante sólo cumplía con este principio luego de muy largo rato, alcanzando el reposo en su punto más bajo luego de mucho moverse (cf. Kuhn 1962, p. 118). Años más tarde, Galileo se enfrentó al mismo problema aunque, en vez de ver en la situación a un cuerpo oscilante, vio a un péndulo. (De la misma manera ocurre con el caso de la luna. Un astrónomo tradicional pensaba que era un planeta. Luego los copernicanos descubrieron que era un satélite. Sin embargo, el científico que se convertía al copernicanismo no decía "Yo acostumbraba a ver un planeta, pero ahora veo un satélite" ya que esto podría indicarnos que el sistema ptolemaico fue una vez

correcto. Lo que decía es "Tomé una vez a la luna (o vi a la luna como) por un planeta, pero estaba errado" (Kuhn 1962 , p. 114).)

Creo que un caso como el presentado estaba también en la mente de ^{Quine} cuando dice:

A - 7) "De la asociación de ^sentencias con sentencias procede una vasta estructura verbal, que, primariamente como totalidad, está muy diversamente vinculada con la estimulación no verbal."

(Quine 1960, p. 12)

Pero sigamos adelante con E - 4). A partir del ejemplo del péndulo, Galileo desarrolló una buena parte de su dinámica en donde propone la independencia del ^{piso del} cuerpo y su velocidad de caída y las relaciones entre la altura de un plano inclinado con la velocidad final que alcanza un cuerpo que por él se desliza. Todo esto surge a partir de tomar un camino diferente al tradicional frente a una determinada estimulación no verbal. El cambio frente a la tradición no dependió de una mejora en la agudeza y exactitud con que se observaba. Galileo estaba guiado, por una parte, por un intento de búsqueda de regularidades pues sus leyes no coinciden con ningún caso real. En este intento ^{coincide} con el principio P - 2), que alude a que es una característica de la tarea del científico la búsqueda de simplicidad y que hemos adjudicado antes a Quine. Y por otra parte

Galileo tomó como base al paradigma escolástico del impetus para el movimiento, el cual ya veía péndulos donde la tradición veía piedras oscilantes:

" Hasta que se inventó el paradigma escolástico, no hubo péndulos sino sólo piedras oscilantes, para el análisis del científico." (Kuhn 1962, p.119)

En mi opinión, hay aquí un tercer punto de contacto entre Kuhn y Quine. Es, a este respecto, muy ilustrativo el caso que nos presenta Quine de dos físicos discutiendo si los neutrinos tienen masa (cf. Quine 1960, p.16). Es ésta una discusión que se torna absurda ya que sólo a partir de la teoría podemos decir cómo son los neutrinos y también lo que son. No tiene sentido separar, desde el punto de vista de Quine, las cuestiones: la de qué son los objetos y la de cómo son.

En el planteamiento de Kuhn está claro que un péndulo surge a la vida cuando existe un nuevo paradigma en el que se integra, pero no es el caso de que el hombre se encuentre ante una estimulación no verbal hasta ese momento desconocida. La estimulación es la misma pero es interpretada por entramados de enunciados diferentes.

Otros conceptos importantes de Kuhn son los de período de ciencia normal y período de cambio. Los períodos de ciencia normal son aquéllos en que tiene vigencia un determinado paradigma. Durante este período no es posible refutar a los paradig -

mas:

" Los paradigmas no son, en absoluto, corregibles por la ciencia normal." (Kuhn 1962, p.121)

Esto pasa ya que, tal como antes vimos, la experiencia sensorial no es neutral ni independiente. Es la propia teoría la que define al mundo sobre el cual trabaja el científico.

Todas estas afirmaciones llevan a Kuhn a una coincidencia con el señalamiento de Quine de que ciertos entramados de enunciados son tan resistentes, que pueden enfrentar la ocurrencia de varias predicciones fracasadas:

A - 8) " En un caso extremo, la teoría podría consistir de sentencias cuyas conexiones están tan firmemente acondicionadas que podrían soportar la falla de una predicción o dos." (Quine 1960, p.18)

Sólo mediante la acumulación de casos fallidos y la aparición de una mejor hipótesis explicativa puede darse una alteración grave y por ello un cambio del entramado de sentencias. Así una teoría no es abandonada porque los experimentos fallan sino porque se han acumulado una gran cantidad de disfunciones, y la teoría ya no es tan útil, teniéndose una manera superior de concebir e interpretar los hechos. De manera tal que, según Kuhn

Hol - 2) El científico toma una decisión de todo o nada frente a las teorías.

Esta postura de Kuhn también se hace patente cuando dice:

" Es un mal carpintero el que le echa la culpa a sus herramientas. /It is a poor carpenter who blames his tools./ " (Kuhn 1962, p.80)

con lo cual reafirma que un científico no abandona su teoría porque haya experimentos que la falsen en períodos de ciencia normal.

Debemos aclarar que en nuestra argumentación estamos identificado paradigma con teoría científica. Esto no es del todo válido. Sería posible consolarnos recordando que ningún filósofo de la ciencia, incluido el propio Kuhn, parece tener claro el concepto de paradigma. Pero como a los fines de nuestro trabajo necesitamos darle una caracterización, intentamos suministrarla apegándonos lo más posible a los escritos de Kuhn.

A partir del ejemplo (el E - 4) referido a la dinámica galileana y aristoteleana de las partículas, y otros como son la teoría eléctrica y la teoría atómica de Dalton, creo que no nos apartaríamos mucho de lo planteado por Kuhn si establecemos que un paradigma es equivalente a una teoría, entendiendo teoría como un núcleo matemático con un conjunto de aplicaciones. Esta asociación con las aplicaciones (que por otra parte, es una concepción muy cara al estructuralismo) es indicada por el propio Kuhn cuando escribe:

"...una nueva teoría se anuncia siempre junto con aplicaciones a cierto dominio concreto de fenómenos naturales." (ci-

tado en Trejo 1984, p.7)

Todo lo argumentado permite cimentar la siguiente conclusión que presentamos como una interpretación de lo afirmado por Kuhn:

T - 6) La totalidad que interviene al contrastar un constituyente de la ciencia y que se pone a prueba al contrastarlo está constituida por un paradigma.

Y como hemos identificado paradigma con teoría científica también tenemos derecho a escribir:

T - 7) La totalidad que interviene al contrastar un constituyente de la ciencia y que se pone a prueba al contrastarlo está constituida por una teoría científica.

Nótese que, a diferencia de Duhem, Kuhn no restringe sus planteamientos a la física sino que les extiende a toda la ciencia, aunque su posición holista es mucho más débil que las de Duhem y la de Quine pues ahora la totalidad interviniente, mencionada en T - 7), es mucho más reducida a las de estos autores.

Hasta aquí la recorrida por estos importantes autores que se han referido al problema del holismo. Introduzcamos en el capítulo siguiente una herramienta para profundizar en el análisis de esta cuestión.

CAPITULO II

EL ESTRUCTURALISMO COMO INSTRUMENTO

PARA UN ANALISIS DEL HOLISMO

II.1. El estructuralismo

Hay en el estructuralismo una pretensión de expresar lógicamente a las aserciones empíricas de las teorías científicas caracterizando también a los tipos de predicados que se usan para formular estas aserciones. Este aparato se ha desarrollado particularmente para las teorías de la física-matemática aunque no esté cerrado su uso en otros campos a los que, de hecho también se ha aplicado.

Aquí no vamos a profundizar mucho más en la concepción estructural ya que ella se expone en detalle en los escritos de Sneed, Stegmüller y Moulines mencionados en la bibliografía. Diremos unas pocas cosas más.

Los modelos son, para el estructuralismo las unidades básicas de las teorías científicas, entendiendo por modelo una entidad que satisfaga un predicado conjuntista à la Suppes.

Estos predicados que se usan para efectuar reconstrucciones estructuralistas de teorías empíricas son primordialmente estructuras matemáticas expresadas en el lenguaje de la teoría de conjuntos informal.

Una versión modificada del enunciado de Ramsey (cf. apartados II.3. al II.6. de esta tesis) permite representar las aserciones empíricas de las teorías científicas.

Otra aportación interesante es la que hace Sneed con su novedoso criterio de teoriedad el cual introduce una nueva par-

tición, distinta a la tradicional del empirismo lógico, en la que los términos de una teoría se dividen en teóricos y no-teóricos desde una perspectiva no epistemológica sino funcional y relativa a cada teoría. Esta es la razón por la cual Sneed prefiere designar a los términos como "T-teóricos" en lugar de "teóricos" a secas, y "T-no-teóricos" en lugar de "no-teóricos" a secas.

La concepción estructural introduce una nueva noción de teoría empírica. Una teoría empírica será un par ordenado de la forma $\langle K, I \rangle$ en donde K es la estructura matemática (que incluye entre sus componentes a los modelos) e I el dominio de las aplicaciones. Este dominio se describe como un subconjunto de un cierto tipo de modelos, los modelos posibles parciales M_p que incluyen sólo a las funciones T-no-teóricas de una determinada teoría.

La aserción expresada en un enunciado de Ramsey modificado es entonces que los elementos de I pueden ser expandidos a otro tipo de modelos, los modelos posibles M_p que incluyen también a las funciones T-teóricas algunos de los cuales serán también modelos M de la teoría, esto es, cumplirán con las leyes de la teoría en cuestión.

Al identificar a una teoría por su estructura formal y por su referencia hemos de identificarla también por su uso. La

teoría será entonces un sistema abierto ya que las aplicaciones son distintas a través de la historia y de las diferentes comunidades científicas.

Los modelos han de satisfacer también ciertas condiciones que los interrelacionan llamadas condiciones de ligadura.

También las distintas aserciones de las teorías están relacionadas. Estas interrelaciones se exhiben en una red de especialización que incluye a los diferentes elementos teóricos de una teoría determinada.

Veamos ahora en el apartado siguiente como el estructuralismo tiene en sí mismo connotaciones holistas.

II.2. ¿Por qué emprender un examen del holismo a través de la perspectiva estructural?

Aunque más tarde podamos responder mejor a esta pregunta considerando los resultados del trabajo, intentaremos dar una primera contestación.

Ya dijimos que las unidades básicas del análisis estructural son los modelos. Con ello se descarta a la concepción estándar que concibe a las teorías como conjuntos de enunciados cuyos referentes (de acuerdo con la tradición fregeana) son los valores veritativos. Esto llevaría a pensar en teorías verdaderas o falsas.

Una investigadora que se inscribe, por ejemplo, en la concepción estándar es Mary B. Williams quien presenta una axiomatización de la teoría de Darwin como un sistema deductivo cuyos axiomas son los principios fundamentales de los cuales pueden inferir como teoremas todos los otros enunciados de la teoría (cf. Williams 1970). Los axiomas serían, según esta concepción, enunciados no directamente observacionales sino parcialmente teóricos.

En el párrafo previo al anterior aludimos a la referencia fregeana. Según Frege, un signo está conectado con una "referencia" del signo (lo designado por él) y con el "sentido" del signo (esto es, con su modo de presentación). Este sentido puede ser

captado por todo aquél que conozca el lenguaje o bien todas las designaciones posibles de las que el nombre es parte. Para decir que alguien tiene un conocimiento acabado de la denotación tendríamos que probar que esa persona sea capaz de decir inmediatamente si un sentido elegido le pertenece a la denotación, pero Frege cree que este conocimiento nunca podrá lograrse. Resumiendo lo expuesto diremos: que al signo le corresponde un sentido, al sentido una referencia, pero a una referencia no le corresponde sólo un signo y el mismo sentido tiene expresiones diferentes, ocurra esto en un lenguaje o en varios (cf. "Sobre el sentido y la denotación" de Frege incluido en Simpson 1973).

Vinculemos ahora estos conceptos fregeanos con el análisis de las teorías científicas, algo que ya han intentado otros autores. Por ejemplo, nos podemos preguntar: ¿cuál es el sentido de los axiomas de una teoría científica?. Una respuesta posible a esta pregunta la podríamos extraer de esta cita de Dummet que se refiere a la imagen quineana del lenguaje como red articulada y dice así:

"...el sentido de una oración no periférica consiste precisamente en sus conexiones con otras oraciones."

(Dummett 1973, p.608)

Según la perspectiva de Dummett entonces, el sentido de p/ej

los axiomas se determina tomando en cuenta al resto de los enunciados de la teoría. Entonces es posible afirmar que el sentido de una teoría tendrá que ver con el modo en que se presenta su axiomatización.

Ahora bien, en la concepción enunciativista se van a presentar problemas con los señalamientos anteriores. En primer lugar, alguien podría afirmar que si tenemos una axiomatización A de una teoría y otra B de la misma teoría, las dos axiomatizaciones diferentes (esto es, A y B) expresarán diferentes sentidos y, por eso, no serían axiomatizaciones de la misma teoría.

Para justificar nuestro hablar de la misma teoría (y esto es natural de intentarse ya que intuitivamente pensamos que dos axiomatizaciones de la misma teoría hablan de la misma teoría) tampoco nos sirve la noción de referencia pues muchas teorías podrían tener la misma referencia (por ejemplo: lo verdadero) y no por eso, afirmaríamos que nos enfrentamos a una misma teoría.

Pero ese no es el único aspecto que queremos discutir. La afirmación de Dummett no nos permite aseverar que "el sentido de los términos primitivos de las teorías empíricas queda completamente determinado por sus interconexiones axiomáticas" (Moulines 1982, p.33). ^{Por ej,} en el caso de una teoría empírica no basta con los axiomas para determinar el sentido de los tér-

minos primitivos. Este es un problema que siempre se ha planteado en filosofía de la ciencia, y que puede sintetizarse en lo siguiente: ¿podrán abandonarse las significaciones intuitivas iniciales y las aplicaciones paradigmáticas originales, una vez que se ha simbolizado y provisto de reglas de funcionamiento a un conjunto de axiomas?

Con el fin de solucionar esta cuestión, algunos investigadores han intentado incorporar al concepto de teoría la porción de realidad que el científico pretende explicar. Ya vimos cómo el estructuralismo concibe a una teoría como un par ordenado de la forma $\langle K, I \rangle$. El conjunto I de aplicaciones se determina fundamentalmente con base en investigaciones pragmáticas.

Todos estos argumentos permiten comprender por qué Moulines dice que en un cierto modo a precisar, la experiencia tiene que ver con la determinación del sentido de los términos incluidos en enunciados empíricos (cf. Moulines 1982, p.338).

Como la experiencia nos guía hacia la referencia de los términos pertenecientes a una teoría empírica podemos decir que constituye una parte del sentido ya que la noción de sentido tiene relación con nuestro reconocimiento de la referencia o constituye una ruta hacia la referencia tal como muchos autores lo sostiene (cf. por ejemplo Dummett 1973, p.589).

Del análisis previo extraemos la conclusión siguiente:

A - 9) El análisis enunciativo no permite examinar de una manera adecuada las tesis holistas (como por ejemplo ciertas tesis de Quine) dadas las dos insuficiencias señaladas, en las que hemos mostrado la incapacidad del análisis enunciativista para precisar, diciéndolo en términos fregeanos, cuál es el sentido y cuál la referencia de un entramado teóric^o en manera apropiada.

O resumiendo nuestro punto:

A - 10) La concepción enunciativista es incapaz de aseverar justificadamente, en el caso de tener dos axiomatizaciones de una misma teoría (obviando el caso de dos formulaciones sintácticamente equivalentes), que esas dos axiomatizaciones son de la misma teoría, y no puede echar mano ni del sentido ni de la referencia para solucionar el dilema.

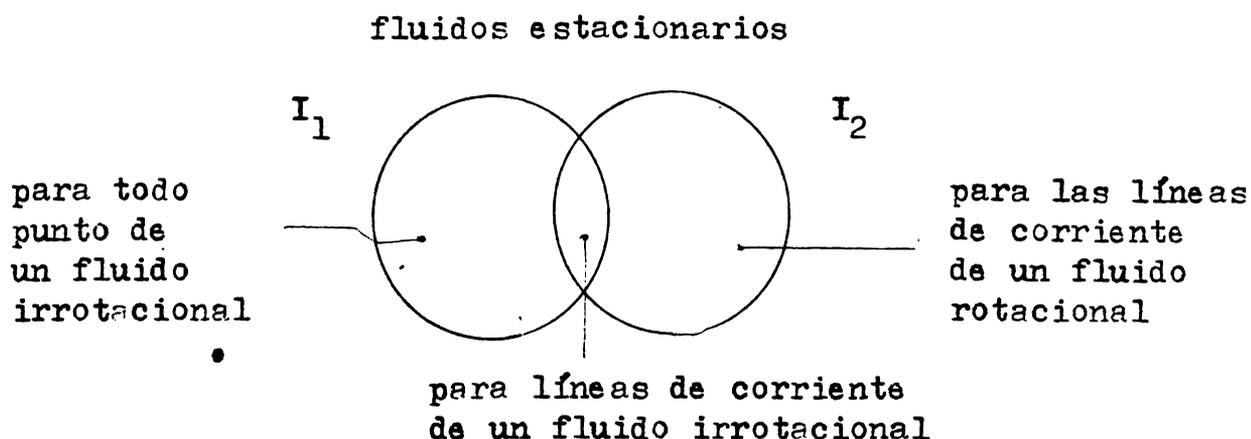
Esto ocurre porque, desde una perspectiva holista, el sentido de una teoría tendrá que ver con su modo de axiomatización. Pero si hay dos modos de axiomatizar diferentes, habrá dos sentidos diferentes. La referencia tampoco ayuda porque como es lo verda-

ro o lo falso no constituye un criterio para distinguir o para identificar teorías.

Pero todavía podría darse otra situación frente a la que la concepción enunciativista no tendría respuesta. Es el caso, en que se tienen dos teorías con el mismo conjunto de axiomas y sin embargo son teorías distintas. La falla ahora se podría escribir así:

A - 11) La concepción enunciativista no puede dar cuenta de la existencia de dos teorías diferentes cuando éstas tienen la misma axiomatización.

A este respecto conviene que veamos el ejemplo denominado E/HFI que incluimos al final de este escrito ya que acudiremos repetidas veces a él. En él se expone una reconstrucción de la hidrodinámica de fluidos ideales. En esta reconstrucción se puede observar como las leyes que corresponden a los predicados "x es un FHICIE" y "x es un FHICE" coinciden en su forma matemática. Los dos conjuntos de leyes tienen el mismo aspecto, a pesar de lo cual el primer conjunto tiene un campo de aplicaciones distinto al del segundo. Llamemos "FHICIE_I" a la primera ley y "FHICE_I" a la segunda, e I_1 e I_2 a sus respectivos campos de aplicaciones. En este caso que consideramos, los conjuntos I_1 e I_2 de aplicaciones son distintos según muestra el diagram siguiente:



La situación planteada puede simbolizarse por medio de dos pares ordenados:

$\langle \text{FHICIE}_L, I_1 \rangle$ es el par ordenado cuya primera componente son las leyes que corresponden al predicado "x es un FHICIE" y la segunda el campo de aplicaciones correspondiente.

$\langle \text{FHICE}_L, I_2 \rangle$ es el par ordenado cuya primera componente son las leyes que corresponden al predicado "x es un FHICE" y la segunda el campo de aplicaciones correspondiente.

Y se cumple para estos pares que

$$\text{FHICIE}_L = \text{FHICE}_L$$

mientras que

$$I_1 \neq I_2$$

Es importante señalar aquí la superioridad del análisis estructural sobre el enunciativista al acercarse más a la realidad de las teorías empíricas cuando considera no sólo sus aspectos lógicos y matemáticos sino también los pragmáticos.

Lo que estamos viendo es interesante de destacar pues confirma la importancia que el estructuralismo le da al campo de aplicaciones para la identificación de un elemento teórico. De otra manera habría una insuficiencia en el aparato identificador de las teorías.

Ahora estamos en condiciones de concluir que:

A - 12.) El estructuralismo está en posibilidades de superar las insuficiencias de la concepción enunciativista manifestadas en A - 10) y en A - 11) ya que, en el primer caso, si tenemos dos axiomatizaciones de una misma teoría obtendremos una unidad de sentido en la multitud heterogénea de los modelos (ya que un modelo podrá corresponder a dos diferentes modos de presentación, como son dos predicados conjuntistas distintos). Y en el segundo la consideración de las aplicaciones permite dirimir la cuestión.

Finalmente quiero señalar que la caracterización del sentido de los términos de una teoría científica a partir de las interconexiones axiomáticas del predicado conjuntista y de lo experimental permite entrever un cierto enfoque holista en el estructuralismo, en donde éste se muestra adecuado para enfrentar concepciones como las del entramado conceptual de Quine.

Es claro que este breve análisis no permite responder totalmente a la pregunta del inicio. Sólo hemos querido insinuar la posibilidad de hacer un trabajo fructífero sobre el holismo a partir de la metateoría estructural.

Vistas estas ventajas consideraremos en los apartados que siguen la forma lógica y la naturaleza de las aserciones empíricas de las teorías científicas consideradas bajo la óptica del enunciado de Ramsey y sus modificaciones, estructurales.

II.3. El enunciado de Ramsey

Intentaremos ^{en lo que sigue} usar este enunciado como un instrumento que nos permita precisar y detallar diversas tesis holistas.

En su artículo "Theories" (cf. Braithwaite 1965), Ramsey sostiene que los términos teóricos pueden ser eliminados sin cambiar por ello el contenido semántico de la teoría, afirmando dos cosas:

A - 13) Si el término teórico es definible a partir de los términos observacionales, se elimina directamente.

A - 14) Si no se da el caso especificado en A - 13 , también es posible formular todas las afirmaciones empíricas de la teoría sin usar términos teóricos.

Con sus planteamientos, Ramsey quiere dar respuesta a cuestiones tales como: ¿cuál es la diferencia de fundamento empírico entre el spin y el color rojo de una barra de hierro recalentada?, ¿por qué le negamos el derecho de significatividad a los términos de la metafísica y no a los términos teóricos del científico?, ¿cómo justificamos la afirmación de que los términos teóricos de la ciencia tienen significado empírico?

Ramsey encuentra una respuesta novedosa y sorprendente a estas cuestiones desconcertantes. El propone que se reemplacen

los postulados teóricos y de correspondencia de la teoría (de los que hablaban los positivistas lógicos) por el que se conoce hoy con el nombre de enunciado de Ramsey de la teoría. La idea de Ramsey es no responder a las preguntas antes formuladas, sino eliminar los términos que suscitan el conflicto.

En su argumentación, Ramsey supone dada una teoría con n términos teóricos: T_1, \dots, T_n . Estos términos se incluyen en los axiomas de la teoría y se vinculan con los términos observacionales a través de ciertas reglas llamadas coordinativas (o de correspondencia). Supone también que los términos observacionales son v : o_1, \dots, o_v . En la concepción que maneja Ramsey (la enunciativa), la teoría va a estar constituida entonces por los axiomas y las reglas coordinativas y en ella se van a incluir tanto los términos observacionales como los teóricos, esto es, se incluirán: $T_1, \dots, T_n, o_1, \dots, o_v$. El reemplazo que aquí propone Ramsey es el de los términos teóricos por variables cuantificadas existencialmente, de manera tal que el enunciado de Ramsey queda expresado:

$$(\exists x_1), \dots, (\exists x_n)(R(x_1, \dots, x_n, o_1, \dots, o_v))$$

Está claro que este truco de Ramsey fue usado como arma de argumentación de los positivistas lógicos para resolver el problema epistemológico-semántico que presentaban los términos teóricos ya que ahora se obtenía un enunciado en el que no apa-

recían los términos teóricos pero que seguía conservando el mismo contenido observacional, es decir, de él se derivaban las mismas consecuencias observacionales que del enunciado original de la teoría. El enunciado de Ramsey conserva la misma capacidad explicativa y predictiva que el sistema teórico original pero sin meterse con términos de "realidad cuestionable" como, por ejemplo, el protón, que se encuentra muy distanciado del mundo observable. El enunciado de Ramsey también afirma que hay algo en el mundo (a través de los cuantificadores existenciales) que tiene todas las propiedades ^{del protón,} desplazando así la pregunta por la existencia de protones y buscando precisar el significado correspondiente al término protón. En esta forma de expresión que Ramsey descubre ya no es necesario preguntarse por el significado de "protón" ya que el término ni siquiera se menciona.

La única exigencia de Ramsey es la de un lenguaje observacional ampliado que no contenga términos teóricos. Podríamos decir que Ramsey maneja una concepción instrumentalista en el sentido de concebir a las teorías científicas como conjuntos de enunciados que constituyen herramientas para manipular y ordenar la observación y la experiencia.

Mencionemos al pasar, que Carnap sólo había analizado el caso vinculado con la aserción A - 13), con su programa definicionalista, pero Ramsey lo supera tomando en cuenta además

el caso vinculado con la aserción A - 14).

II.4. Sobre la manera en la que el enunciado de Ramsey modificado por el estructuralismo contribuye a solucionar fallas en la tradición enunciativista

Hay un problema que puede aparecer en relación al contenido empírico de una teoría, siempre que una teoría contenga términos T- teóricos (T-teóricos en el sentido que antes adjudicamos a Sneed).

Supongamos que queremos contrastar teorías que incluyen solamente magnitudes métricas. En ese caso se presentan dos cuestiones que pueden ser puestas en las aserciones que siguen:

A - 15) "Para convencernos de que la aplicación i -ésima T_i de una teoría T es válida, debemos hallar los valores de las funciones de T_i para algunos argumentos (= elementos de D_i). Además hay que comprobar si estos valores satisfacen las condiciones contenidas en la definición de S ." (Stegmüller 1983, p.90)

A - 16) "Cuando el dominio de la aplicación i -ésima no es finito, esta determinación de los valores y ulterior comprobación no pueden emprenderse para todos los argumentos. (Inverificabilidad de la aplicación de una teoría en un dominio no finito.)" (Loc.cit)

Veamos qué pasa con estas dos afirmaciones dentro de la concepción enunciativista. Profundicemos en esta cuestión. Según Sneed, las hipótesis empíricas de las teorías se expresan, a la manera tradicional como sigue: (I) c_k es un S lo cual indica que la k -ésima aplicación de una teoría S es correcta siendo e_k un modelo posible de S.

Aludiendo al ejemplo E - HFI que presentamos en el punto III.4., un caso particular de (I) sería: (II) x_i es una HFI Y supongamos que en x_i se incluye a la función presión p , que es HFI-teórica. ¿Cuál es entonces la cuestión que se suscita cuando queremos ver que un enunciado de este tipo es correcto?

Vayamos al E - HFI. En este caso se sostiene como hipótesis la HFI-teoricidad de la presión. De lo que se sigue que (II) no sería un enunciado empírico ya que la determinación de los valores de una función T-teórica (como es el caso de la presión) presupone que sean válidas ciertas leyes físicas, y por ello ese enunciado no se puede comprobar empíricamente si está aislado, sino que para comprobarlo lo que se necesita es otro enunciado de su misma forma, o poniéndolo en otros términos:

A - 17) "...para responder a la pregunta de si la aplicación k -ésima de la teoría es válida hay que apoyarse en la

respuesta a la pregunta de si lo es otra aplicación de la misma teoría." (Stegmüller 1983, p.92)

Ante este planteamiento, podría decir alguien con razón que entonces se está afirmando que los físicos no hacen afirmaciones empíricas lo cual es caer en un contrasentido. Sin embargo, el contrasentido no proviene de Sneed sino de la asunción inicial de que las afirmaciones empíricas de una teoría científica tienen la forma (I) tal como pretende el enunciativismo.

Es por eso que, ^{relex,} no se pueden sostener simultáneamente las tres aserciones que siguen:

A - 18) La forma de las aserciones empíricas de HFI es (II).

A - 19) La presión es HFI - teórica.

A - 20) La concepción enunciativa es correcta.

sin caer en el contrasentido antes señalado.

Además, vinculada a la aserción A - 17) existe otra que dice así:

A - 21) Si el número de aplicaciones de una teoría es finito caemos en un círculo vicioso. Si el número de aplicaciones es infinito, caemos en un regreso al infinito." (Stegmüller 1983, p.92)

Así si partimos del E - HFI, podemos observar que si tomamos los datos de un aparato de medición que presupone al teo-

rema de Bernoulli que deriva del predicado conjuntista $FHICIE$ ($= FHICIE_{LT}$) y necesitamos justificar esta medición, podríamos intentar hacerlo usando otro método de medición que presuponga una ley distinta a la $FHICIE_{LT}$. Por ejemplo, podría medirse la presión en un aparato llamado Tubo de Pitot el que presupone un segundo teorema de Bernoulli derivado del predicado conjuntista $FHICE$ ($= FHICE_{LT}$).

No obstante ello, necesitamos ahora una nueva justificación de la medición y así seguiría el proceso cayendo en un círculo vicioso o en un regreso al infinito.

Busquemos ahora una solución recurriendo al substituto de Ramsey a nivel modelo-teórico. Antes que nada, definiremos informalmente el concepto de expansión teórica. Diremos que x es una expansión teórica de y si y es una estructura que consta de un dominio (o varios) y de una función no teórica (o de varias) y x es otra estructura que tiene los elementos de y más una función teórica (o varias). Simbolizaremos con " $x E y$ " a x es una expansión teórica de y .

Ahora estamos en condiciones de reemplazar al enunciado (I) (el enunciativista) por el sustituto de Ramsey a nivel modelo-teórico siguiente:

$$(III) \exists x (x E a \wedge x \in M (S))$$

siendo a un modelo posible parcial del predicado fundamental S y x su expansión teórica, siendo (III) doblemente ventajoso ya que no aparecen los términos teóricos y es no-enunciativo.

Ejemplifiquemos con E - HFI. Supongamos que $S = HFI$. En este caso podríamos suponer que a es el Río Orinoco y tiene ciertos valores para F, T, ρ, v, G , esto es

$$a = \langle F, T, \rho, v, G \rangle$$

Entonces x será una estructura de la forma

$$x = \langle F, T, \rho, v, G, p \rangle$$

donde ahora hemos incluido adicionalmente a la función HFI-teórica.

a sería un "hecho observable" (ponemos las comillas ya que lo único que queremos significar con lo de hecho observable es que a se describe usando únicamente funciones HFI-no-teóricas) que puede ser expandido para llegar a ser un modelo de la teoría.

Pero, ¿existe algún progreso interesante en relación con los problemas antes planteados al escribir el enunciado (II)? La respuesta es afirmativa pues en el enunciado (III) ya no aparecen funciones teóricas, por lo cual, al tratar de verificarlo, las comprobaciones se sitúan en un nivel "empírico" (= en el nivel de las funciones no-teóricas). En el caso de la HFI se trata de verificar si los valores de F y T corresponden al Río Orinoco y de encontrar "empíricamente" los valores de v, ρ, G , para finalmente verificar si (III) se cumple en tal situación.

Son entonces tres las cuestiones implicadas en la verifica-

ción de (III):

- una relativa al contenido del dominio empírico
- otra relativa a la determinación de los valores de las funciones empíricas
- - y una tercera relativa al cálculo.

(Digamos al pasar que lo que acabamos de decir constituye una argumentación en contra de los sostiene una presunta analiticidad del enunciado de Ramsey.)

Sneed denomina al empleo de enunciados de tipo (III) para representar la aserción empírica de una teoría la solución de Ramsey al problema de los términos teóricos.

Llegados a este punto no nos queda más que rechazar por problemática a la propuesta enunciativista de representar la aserción empírica de las teorías físicas a través de (I).

Sin embargo el enunciado (III) comporta ciertas limitaciones ya que sólo considera una aplicación (y no conjuntos de ellas) y por ello no permite interrelacionar aplicaciones. Es por eso que se hace necesario generalizar más, pero dejemos este tema para el próximo apartado.

II.5. El enunciado de Ramsey generalizado

Las distintas aplicaciones de una teoría se vinculan muchas veces entre sí. Así es el caso de dos aplicaciones de la mecánica clásica de partículas como son el sistema solar y el sistema tierra-luna, las cuales no son disjuntas sino que tienen un elemento en común.

Para poder expresar estas vinculaciones se hace necesario disponer de un enunciado de Ramsey modificado que incluya conjuntos de aplicaciones y no sólo aplicaciones individuales como era el caso en (III).

Esta nueva versión del enunciado de Ramsey podría formularse del siguiente modo:

$$(IV) \quad \exists X (X \in B \wedge X \subseteq M(S))$$

Nótese que aquí nos enfrentamos con un conjunto de modelos posibles parciales B a partir del que se obtienen un conjunto de expansiones X . Aquí la cuantificación se da sobre conjuntos de estructuras.

Pero todavía no hemos expresado en el enunciado de Ramsey la manera en que pueden ligarse los distintos modelos. Vamos a necesitar entonces introducir un representante simbólico de todas las condiciones de ligadura

$$C (X, R, h)$$

el cual indica que las funciones teóricas que están en X están

restringidas por $\langle R, h \rangle$ donde R es una relación n -ádica sobre la unión de una sucesión dominios y h es una relación n -ádica sobre los reales.

Vamos al E - HFI. Un ejemplo de condición de ligadura es la que tiene la presión. Esta condición se llama independencia de sistemas. De acuerdo con ella para cada posición f y para cada instante t , corresponde el mismo valor $p (f, t)$ para toda aplicación.

La independencia de sistemas puede expresarse de la siguiente forma:

si $\langle f, t \rangle \approx \langle f', t' \rangle$, entonces $p (f, t) = p (f', t')$ donde ' \approx ' se usa para indicar la igualdad entre pares de objetos empíricos $\langle f, t \rangle$ y ' $=$ ' se usa para indicar la identidad numérica.

Así, por ejemplo, si considero los dos modelos siguientes de la HFI tales que

M_1 corresponde a la porción del Río Orinoco que fluye

desde el kilómetro 3 hasta el kilómetro 7 en tiempo= t_1

M_2 corresponde a la porción del Río Orinoco que fluye

desde el kilómetro 4 hasta el kilómetro 90 en tiempo= t_1

y me pregunto por el valor de la presión en el kilómetro 6 en el instante t_1 , se deberá cumplir que:

$$P_{M_1}(6, t_1) = P_{M_2}(6, t_1)$$

Obsérvese que basta con calcular la presión en uno de los modelos para saberla en el otro y que ello constituye una forma de predicción.

Esta condición de ligadura contiene implícitamente un requisito de continuidad porque al considerar la misma posición en el mismo momento, uno debe emplear los mismos valores de la presión.

Por otra parte, esta condición de ligadura también requiere que el mismo par $\langle f, t \rangle$ que podría ser incluido en diferentes aplicaciones de la teoría reciba el mismo valor para la misma función teórica. Este requisito es el que nos permite hablar de misividad de funciones teóricas ya que requiere que distintas funciones concretas que se originan de la misma

función abstracta adjudiquen el mismo valor a un par particular.

Agreguemos ahora a (IV) el representante simbólico de las condiciones de ligadura. Con esta nueva restricción se obtiene:

$$(V) \exists X (X \in B \wedge C(X, R, h) \wedge X \in M(S))$$

Para el caso de E - HFI, podríamos denominar $C_p(X, R, h)$ a la condición de ligadura relativa a la presión y obtener el enunciado siguiente:

$$(HFI - V) \exists X (X \in B \wedge C_p(X, R, h) \wedge X \in HFI)$$

Es útil escribir (V) también de otra forma usando una relación tetrádica del tipo $C(X, B, R, h)$ y así obtenemos:

$$(V \#) \exists X (C(X, B, R, h) \wedge X \in M(S))$$

Usaremos a partir de aquí la notación siguiente: las restricciones no vacías de predicados conjuntistas 'P' se señalarán escribiendo un superíndice en P. Por ejemplo: S^i será una restricción de S y esto proviene de la introducción de axiomas adicionales.

Supongamos ahora que sólo existe una subclase B^1 de modelos posibles parciales de B para la que valen las leyes especiales que ocasionan la restricción predicativa S^1 . Con esta notación estamos ahora en condiciones de introducir leyes especiales en el formalismo. Estas leyes especiales constituyen restricciones al predicado fundamental el cual vale en todas las aplicaciones de la teoría.

Injertemos ahora la aserción especial en (V) :

$$(VI) \exists X [X \subseteq B \wedge C(X, R, h) \wedge X \subseteq M(S) \wedge \{ y / y \in X \wedge \exists z (z \in B^1 \wedge y E z) \} \subseteq M(S^1)]$$

Este enunciado sólo considera el caso en que las funciones teóricas adopten una forma especial en sólo una aplicación intencional. El enunciado general será de la forma

$$(VII) \exists X [X \subseteq B \text{ y } C(X, R, h) \text{ y } X \subseteq M(S) \wedge \{ y / y \in X \wedge \exists z (z \in B^1 \wedge y E z) \} \subseteq M(S^1) \\ \vdots \\ \wedge \{ y / y \in X \wedge \exists z (z \in B^n \wedge y E z) \} \subseteq M(S^n)]$$

Este es el llamado enunciado de Ramsey-Sneed o enunciado empírico central de una teoría. El enunciado de Ramsey original ha sufrido tres modificaciones hasta obtener (VII)

- se han considerado varios dominios de aplicación,
- se han considerado las condiciones de ligadura,
- se ha restringido al predicado fundamental considerando así a las llamadas leyes especiales.

Digamos al pasar, que este enunciado sofisticado es una herramienta más apropiada para consideraciones predictivas y de corroboración de hipótesis.

II.6. El enunciado de Ramsey más general que presenta el estructuralismo

Al enunciado (VII) que acabamos de presentar le falta considerar las condiciones de ligadura que corresponden a las funciones teóricas que aparecen en las leyes especiales (las cuales son válidas únicamente en ciertas aplicaciones).

En este caso será conveniente usar (V #) en vez de (V) para hacer la modificación. Las condiciones de ligadura correspondientes a leyes especiales serán simbolizadas en la forma $C(X^i, B^i, R^i, h^i)$ donde $X^i < X$ y $B^i < B$. El nuevo predicado queda:

$$(VIII) \exists X \left\{ X \subseteq M(S) \wedge C(X, B, R, h) \wedge \exists X^1 [X^1 \subseteq X \wedge X^1 \subseteq M(S^1) \wedge C(X^1, B^1, R^1, h^1)] \right. \\ \vdots \\ \left. \wedge \exists X^n [X^n \subseteq X \wedge X^n \subseteq M(S^n) \wedge C(X^n, B^n, R^n, h^n)] \right\}$$

Obsérvese que las X^i de este enunciado corresponden a las clases $\{y/y \in X \wedge \exists z(z \in B^i \wedge y \in z)\}$ del enunciado (VII).

Stegmüller intenta expresar en términos intuitivos el significado del enunciado (VIII) en los términos siguientes:

"Para una teoría T con el predicado fundamental S (VIII) afirma más o menos lo siguiente: 'Existe un conjunto de funciones T-teóricas que satisface una clase de condiciones de ligadura dadas por $\langle R, h \rangle$ y por medio de las cuales todos los modelos potencia-

les parciales de la teoría pertenecientes a la clase B pueden expandirse teóricamente en modelos del predicado fundamental S, y de tal manera que, en primer lugar, los elementos de determinados subconjuntos B^i hasta B^n de B puedan expandirse teóricamente en modelos de restricciones predicativas S^i hasta S^n de S y, en segundo lugar, algunos de los subconjuntos de funciones T-teóricas empleadas en estas expansiones especiales satisfagan eventualmente las condiciones de ligadura especiales $\langle R^i, h^i \rangle$. (Stegmüller 1983, p.136)

Ejemplifiquemos con E - HFI. Una interpretación especial para los enunciados de la forma (VII) u (VIII) puede darse si se considera predicado fundamental a "es una hidrodinámica de fluidos ideales".

Sus M_{pp} (incluidos todos los que pertenecen a B) serán los fluidos. Si estos fluidos son expandidos teóricamente se transforman en fluidos de la hidrodinámica. Un conjunto de modelos de tales expansiones tendrá que existir y se llamará conjunto de fluidos de la hidrodinámica ideal, satisfaciendo su función teórica presión ciertas condiciones de ligadura. También existirán subconjuntos propios de B que al ser expandidos teóricamente se convertirán en modelos de restricciones de la HFI. En estas restricciones se postulan otras leyes como por ejemplo los teoremas de Bernoulli. Tam-

bién podría requerirse que estas expansiones de subconjuntos propios de B satisficieran condiciones de ligadura especiales.

Sobre la importancia que tiene el enunciado de Ramsey modificado para el análisis metacientífico, creo que vale mucho la pena leer la siguiente cita de Stegmüller:

"En oposición a la "statement view of theories", o sea, a la concepción según la cual el contenido empírico de las teorías, o incluso las teorías mismas, consisten en clases de enunciados admitidos hipotéticamente o en conyunciones de enunciados, la posición filosófica que subyace al enunciado de Ramsey-Sneed de una teoría es la de que una teoría no debe concebirse como clase o conyunción de hipótesis, porque así no se da cuenta ni de la interdependencia de las hipótesis ni de la conexión de estas hipótesis que varían con el tiempo y el núcleo temporalmente estable de la teoría. Por lo que se refiere a la interdependencia, las interconexiones entre las diversas aplicaciones propuestas establecidas por las condiciones de ligadura de las funciones teóricas son lo que impide que el contenido empírico de la teoría "se descomponga" en hipótesis especiales. También son estas condiciones de ligadura las que justifican nuestra idea intuitiva de que una función teórica representa una misma magnitud en todas las aplica-

ciones de la teoría. Y la formulación de leyes especiales por medio de restricciones del predicado que determina la estructura matemática de la teoría es lo que hace posible abandonar o añadir hipótesis especiales conservando a pesar de ello siempre la misma estructura matemática fundamental de la teoría."(Stegmüller 1983, p.138) (EL DOBLE SUBRAYADO ES MÍO)

II.7. El enunciado - D y el enunciado - C

La última versión modificada que presentamos del enunciado de Ramsey^{la} (que lleva el número (VIII)), tal como ya dijimos, permite representar la aserción empírica de una teoría científica. Si consideramos un grupo adecuado de teorías científicas podríamos tener una disciplina científica. El conjunto de las disciplinas científicas constituiría la totalidad de la ciencia.

Ahora bien, si consideramos que una teoría científica está expresada por un enunciado de Ramsey de la forma (VIII) podríamos sentirnos tentados a expresar una determinada disciplina científica por la conjunción de enunciados de la forma (VIII) que corresponden a las aserciones empíricas de las teorías que pertencen a esa disciplina. Más tarde podríamos expresar la conjunción de ^{las} disciplinas (cada una de las cuales es a su vez una conjunción de enunciados de Ramsey) lo que nos daría una expresión que correspondería a la totalidad de la ciencia. Habría en estas expresiones un cierto carácter holista ya que la conjunción de alguna manera la tiene: al fallar uno de los términos se altera el valor de verdad de toda la conjunción. Esto, sin embargo, creo que constituye una intuición que se aleja mucho de lo que creemos es la realidad de la ciencia. No obstante ello seguiremos la propuesta ya que consideramos que es útil para trazar un mapa muy aproximado de las

distintas posiciones holistas. No es de nuestro interés discutir ahora esta intuición pero nos interesa tener la clasificación para realizar luego una evaluación de las distintas posiciones holistas, desarrollando finalmente la nuestra.

Vamos a presentar en primer lugar una formalización mínima de esta intuición. Introduzcamos primero un nuevo símbolo que va a permitir simplificar la formulación de los últimos enunciados modificados de Ramsey y de otros nuevos que ahora voy a proponer. Podríamos denominar conjuntoria a este símbolo y denotarlo \wedge .

Voy a presentar sus propiedades de manera informal así:

$$\bigwedge_{i=1}^n A_i = A_1 \wedge A_2 \wedge \dots \wedge A_n \quad \text{donde } \wedge \text{ es el signo de conjunción}$$

$$\bigwedge_{j=1}^m \left(\bigwedge_{i=1}^n A_i^j \right) = \left(A_1^1 \wedge A_2^1 \wedge \dots \wedge A_{n_1}^1 \right) \wedge \left(A_1^2 \wedge A_2^2 \wedge \dots \wedge A_{n_2}^2 \right) \wedge \dots \wedge \left(A_1^m \wedge A_2^m \wedge \dots \wedge A_{n_m}^m \right)$$

lógica.

Introduciendo a \wedge en (VII) éste queda:

$$(VII^\#) \exists X \{ X \in B \wedge C(X, R, h) \wedge X \in M(S) \wedge \bigwedge_{i=1}^n \{ y/y \in X \wedge \exists z (z \in P^i \wedge y \in z) \} \in M(S^i) \}$$

Introduciéndolo en (VIII) obtenemos

$$(VIII^\#) \exists X \{ X \in M(S) \wedge C(X, B, R, h) \wedge \bigwedge_{i=1}^n \exists X^i [X^i \in X \wedge X^i \in M(S^i) \wedge C(X^i, B^i, R^i, h^i)] \}$$

Hemos logrado una reducción en la notación para estos dos enunciados.

Consideremos ahora a un enunciado mediante el cual se podría expresar la conjunción de las teorías que pertenecen a una disciplina y llamémosle enunciado - D. Su forma sería la si-

guiente:

$$(IX) \bigwedge_{j=1}^m \left\{ \exists X_j \left[X_j \subseteq M_j(S_j) \wedge C_j(X_j, P_j, R_j, h_j) \wedge \bigwedge_{i=1}^{n_j} \exists X_j^i \left[X_j^i \subseteq X_j \wedge X_j^i \subseteq M_j(S_j^i) \wedge C_j(X_j^i, P_j^i, R_j^i, h_j^i) \right] \right] \right\}$$

Así por ejemplo, para el caso de la física, podríamos tomar a

$j = 1$ como la mecánica clásica de partículas,

$j = 2$ como la termodinámica

$j = 3$ la hidrodinámica, etc.

Expresemos ahora otro enunciado que permite expresar a la conjunción de las disciplinas científicas que conforman la ciencia. Podríamos llamarlo enunciado - C.

Veamos antes otra propiedad de la conjuntoria que puede iterarse a partir de la última propiedad que presentamos

$$\bigwedge_{k=1}^v \left(\bigwedge_{j=1}^m \left(\bigwedge_{i=1}^{n_j} k_{A_i^j} \right) \right) = \left\{ (A_1^1 \wedge A_2^1 \wedge \dots \wedge A_{n_1}^1) \wedge (A_1^2 \wedge A_2^2 \wedge \dots \wedge A_{n_2}^2) \wedge \dots \wedge (A_1^m \wedge A_2^m \wedge \dots \wedge A_{n_m}^m) \right\} \wedge \left\{ (A_1^1 \wedge A_2^1 \wedge \dots \wedge A_{n_1}^1) \wedge (A_1^2 \wedge A_2^2 \wedge \dots \wedge A_{n_2}^2) \wedge \dots \wedge (A_1^m \wedge A_2^m \wedge \dots \wedge A_{n_m}^m) \right\} \wedge \dots \wedge \left\{ (A_1^1 \wedge A_2^1 \wedge \dots \wedge A_{n_1}^1) \wedge (A_1^2 \wedge A_2^2 \wedge \dots \wedge A_{n_2}^2) \wedge \dots \wedge (A_1^k \wedge A_2^k \wedge \dots \wedge A_{n_k}^k) \wedge \dots \wedge (A_1^m \wedge A_2^m \wedge \dots \wedge A_{n_m}^m) \right\}$$

Usando esta última propiedad podemos presentar una conjunción de enunciados - D de la siguiente forma:

$$(X) \bigwedge_{k=1}^v \left(\bigwedge_{j=1}^m \left[\exists X_j^k \left\{ X_j^k \subseteq M_j^k(S_j^k) \wedge C_j^k(X_j^k, P_j^k, R_j^k, h_j^k) \wedge \bigwedge_{i=1}^{n_j} \exists X_j^{ki} \left[X_j^{ki} \subseteq X_j^k \wedge X_j^{ki} \subseteq M_j^k(S_j^{ki}) \wedge C_j^k(X_j^{ki}, P_j^{ki}, R_j^{ki}, h_j^{ki}) \right] \right\} \right] \right)$$

Las valores de i, j y k pertenecen a los números naturales.

Em este enunciado podríamos tener, por ejemplo, la interpretación siguiente:

Disciplina	Teoría particular
Para $k = 1$ la física	Para $j = 1$ la mecánica clásica de partículas <hr/> Para $j = 2$ la termodinámica <hr/> Para $j = 3$ la hidrodinámica <hr/>
Para $k = 2$ la química	para $j = 1$ la estequiometría <hr/> Para $j = 2$ la teoría de los gases <hr/>
.....

Mientras que el índice i va a aludir a los elementos teóricos de cada teoría particular. Así, por ejemplo, para el caso $k=1$, $j=3$ arriba considerado, tendríamos

para $i=1$ el elemento teórico FHIC;

para $i=2$ el FHICI; para $i=3$ el FHICIE;

para $i =4$ el FHICE, en caso de considerar el E - HFI)

(cf. la red teórica de la HFI que presentamos en el apartado III.4. y también la p. 128 de esta tesis).

Consideremos ahora cierta objeción que puede surgir al plantear los enunciados - D y - C. Alguien podría preguntar: ¿cómo determinamos a qué disciplina pertenece una teoría dada?

Creo que hasta el momento nadie se ha tomado el trabajo de elaborar un criterio adecuado que, de una manera extensional o intensional, fije los límites de una disciplina particular. En general se acude a criterios pragmáticos para saber a qué disciplina pertenece una determinada teoría. Por ejemplo: si el libro que leemos lleva por título Física suponemos que las teorías que allí se exponen pertenecen a la disciplina llamada física.

Para nuestros fines vamos a suponer que existen maneras de determinar cuáles son las teorías que se incluyen en una cierta disciplina, y que estas maneras constituyen un conjunto de criterios que podríamos denominar CRIT - D. Así, por ejemplo, CRIT - D podría especializarse para la física en un CRIT - F, el cual nos diría, por ejemplo, que la mecánica clásica de partículas, la hidrodinámica y la termodinámica se incluyen dentro de una disciplina que se llama física, mientras que la estequiometría y la teoría de Avogadro no se incluyen.

También vamos a hacer una elaboración muy mínima de este CRIT - D. Creo que podría hacerse uso de un método que Stegmüller llama los ejemplos paradigmáticos y que él emplea con un objetivo diferente al nuestro.

Este método se basa en ciertas aseveraciones de Wittgenstein relativas a la palabra "juego" que aparecen en el párrafo 66 y en los que siguen de sus Investigaciones filosóficas. Los procesos denominados "juegos" tienen ciertas similitudes que se entrecruzan y se superponen, pero sin que sea necesario que tengan un elemento en común. Estas similitudes son caracterizadas como un "aire de familia".

Wittgenstein señala que si uno quiere precisar la noción de juego debe empezar por suministrar una lista de casos comunes

de juegos la cual se modifica durante un cierto período de duda en el que se le añaden o quitan elementos. Luego de esta etapa se dispondrá de una lista mínima de la cual no se podrán ya quitar ejemplares pero sí adicionar. Si llamamos L_0 a la lista mínima y L a una segunda lista en donde a L_0 se le pueden haber añadido más elementos, diremos que $L_0 \subseteq L$ es la lista de los paradigmas de los juegos.

Para darle más precisión a este planteamiento Stegmüller expone las 5 condiciones siguientes (cf. Stegmüller 1983 pp.

246 - 247) :

Co - 1) L_0 es suministrado extensionalmente, es decir, a través de una lista que enumera los elementos de este conjunto.

Co - 2) A L_0 no se le pueden quitar elementos.

Co - 3) Los elementos de L_0 podrían compartir ciertas características. En nuestro caso, podrían ser todos teorías que perteneciesen a una y la misma disciplina científica. Por ejemplo: la óptica, la mecánica de partículas y la acústica. Quizás alguien diga que estas teorías sí comparten ciertas características comunes. Sin embargo, habría que ver si constituyen condiciones suficientes de pertenencia y no sólo necesarias para que algo esté en L , siendo este L en nuestro ejemplo la física.

Es probable que podamos determinar muchas de estas características comunes. Pero ~~maxx~~ ello no implica que se constituyan, por eso, en una condición suficiente de pertenencia.

Co - 4) No es posible determinar con precisión la condición suficiente de pertenencia a L . Esto es,

no podemos saber con total seguridad si una teoría cualquiera pertenece o no a una determinada disciplina científica.

Lo único que podríamos decir con seguridad es que para que un individuo pertenezca a L ha de compartir una cantidad "considerable" de propiedades con los elementos de L_0 .

Co - 5) Puede darse una lista precisa de las propiedades que un individuo i tiene en común con los elementos de L_0 . Pero no puede, por el contrario, darse una lista finita de esas propiedades que i debe cumplir para que tengamos por garantido que algo pertenece a L .

Considero que este método de los ejemplos paradigmáticos podría tomarse como una guía en la formulación de uno de los criterios incluidos en el conjunto CRIT - D que antes mencionamos.

Se podría decir que una teoría científica T pertenece a la disciplina científica H si tiene un "aire de familia" con cierto conjunto de ejemplos paradigmáticos de teorías que pertenecen a H y que llamamos H₀. Para caracterizar mejor esta aseveración habría que tomar en cuenta a las cinco condiciones antes señaladas, sustituyendo en ellas a la L por la H y a la L₀ por la H₀. De esta manera se obtendría un cierto CRIT - H, que sería el criterio que permite identificar a las teorías que se incluyen en la disciplina H.

Utilicemos ahora a los enunciados que hemos presentado con el objeto de exhibir un mapa de diferentes posiciones holistas. Intentemos esto en las páginas que siguen a continuación.

CAPITULO III

**EL HOLISMO Y EL ESTRUCTURALISMO. ANALISIS
DE LA CONCEPCION HOLISTA A TRAVES DEL
EJEMPLO DE LA HIDRODINAMICA DE FLUIDOS
IDEALES EN SU VERSION RECONSTRUIDA**

III.1. Un intento de clasificación de las ideas holistas

Ahora vamos a utilizar a los enunciados - D y - C con el fin de realizar una clasificación de las distintas posiciones holistas, desde las más extremas a las menos.

En la proposición Hol - 1) de la p. 21 de este trabajo aludimos a una cierta totalidad interviniente al contrastar un constituyente de la ciencia. Lo que ahora exponemos es un mapa de los holismos tomando en cuenta las dimensiones de la totalidad interviniente que proponen:

Hol - k) La totalidad interviniente está constituida por toda la ciencia, esto es, por todas las disciplinas científicas.

El enunciado - C expresa esta totalidad cuando el índice v que en él aparece tiene un valor numérico igual al número de las disciplinas científicas que existen, o lo que es lo mismo, cuando la variable k asume valores desde uno hasta v , donde $v = N_D$ siendo N_D el número de disciplinas científicas que existen.

El Hol - k) estaría en correspondencia con ciertas ideas holistas de Quine, especialmente con las que hemos sintetizado en la tesis T - 5) escrita en la p.30 de esta tesis.

Hol - k') La totalidad interviniente es un conjunto de disciplinas científicas que no las abarca a todas. En este caso la v del enunciado - C tiene un valor menor al del número de disciplinas científicas, o lo que es lo mismo, la variable k asume valores desde uno hasta v , donde

$$v < N_D$$

siendo N_D el número de disciplinas científicas que existen.

En el Hol - k') incluiríamos a quien dijese por ejemplo: "reconozco una relación holista entre la física, la química y la biología, pero no encuentro ningún punto de contacto entre estas disciplinas y la historia y la economía".

Hol - j) La totalidad interviniente es una disciplina.

En el enunciado - D consideramos a todas las teorías de una disciplina cuando la m tiene un valor igual al del número de todas las teorías que incluye esa disciplina, o lo que es lo mismo, cuando la variable j asume valores desde uno hasta m , donde

$$m = N_T$$

siendo N_T el número total de teorías de una disciplina determinada.

El Hol - j) sería sostenido por quien aceptase la tesis T - 3) de la p.23. Duhem aceptaría este tipo de holismo sólo para el caso de la física, según afirmamos en T - 1), p.22.

Hol - j') La totalidad interviniente es un conjunto de teorías de una disciplina. °

En el enunciado - D consideramos esta situación cuando la m tiene un valor menor al del número de teorías que se incluyen en una disciplina, o lo que es lo mismo, cuando la variable j asume valores desde uno hasta m , donde

$$m < N_T$$

siendo N_T el número total de teorías de una disciplina determinada.

El Hol - j') sería defendido por quien sostuviese la tesis T - 4) de la p. 23. Duhem aceptaría esta tesis, de acuerdo con ciertos pasajes de su obra que ya hemos comentado, pero únicamente para el caso de la física (cf. T - 2), p.23).

Hol - i) La totalidad interviniente es una teoría empírica particular. Esto se expresa en el enunciado (VIII#) cuando la n tiene un valor igual al número de elementos teóricos especiales de una teoría, o lo que es lo mismo, cuando la variable i toma valores desde uno

hasta n , donde

$$n = N_e$$

siendo N_e el número total de elementos teóricos de una teoría particular.

El Hol - i) podría ser sostenido por Kuhn ya que coincide con la tesis T - 7) de la p.47 que a él le hemos atribuido.

Hol - i') La totalidad interviniente es una porción de una teoría empírica particular. Esto se expresa en el enunciado (VIII#) cuando n tiene un valor inferior al del número de elementos teóricos especiales de la teoría, • lo que es lo mismo, cuando la variable i toma valores desde uno hasta n , donde

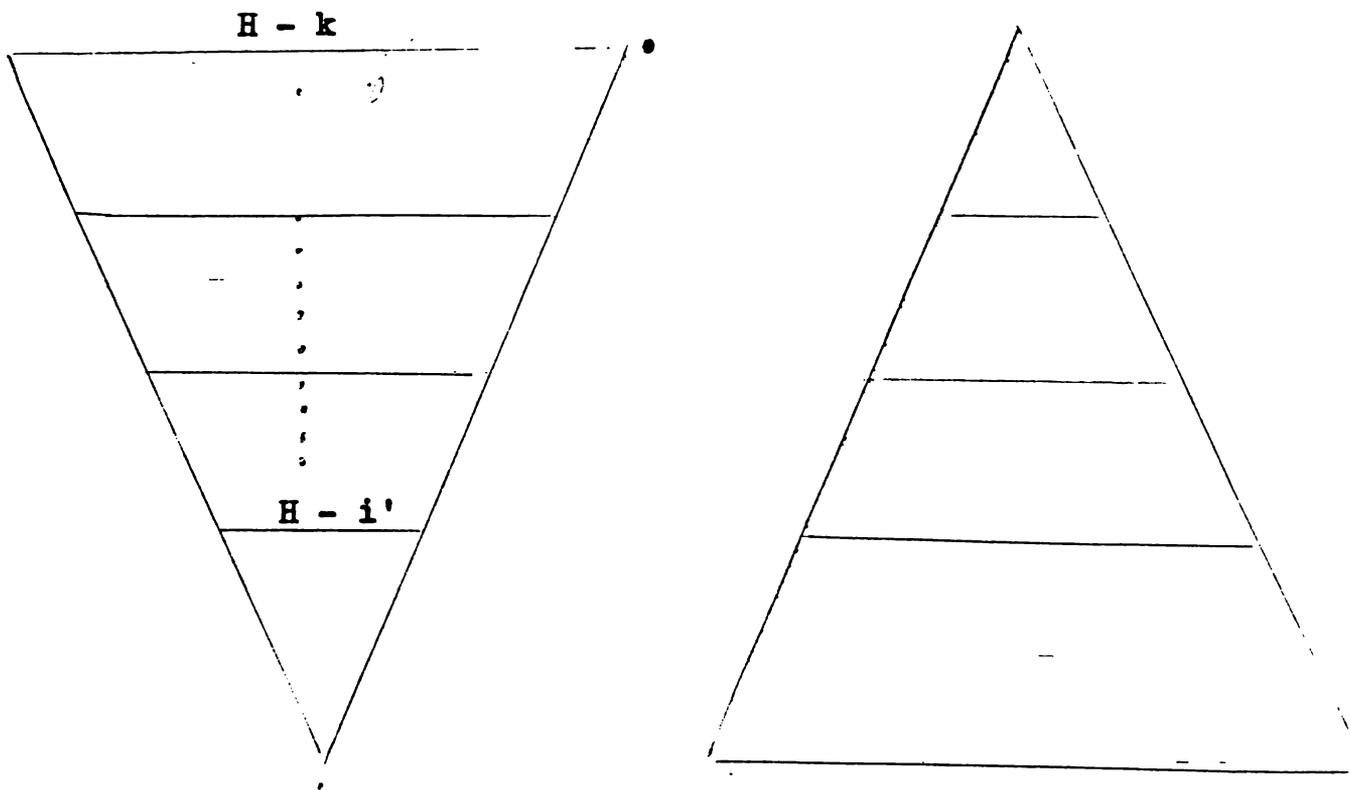
$$n < N_e$$

siendo N_e el número total de elementos teóricos de una teoría particular.

Un ejemplo de este caso sería el del que dijese: "reconozco una interrelación holista entre los elementos teóricos FHI, FHIC, FHICI y FHICIE de la reconstrucción presentada en el apartado III.4. de esta tesis, pero no la acepto entre estos elementos y el FHICE de la misma reconstrucción".

En el siguiente gráfico representamos en forma cruda, a la izquierda lo que queda dentro de la estructura global intervi-

niente que corresponde a los distintos tipos de holismo, desde el más extremo que es el H - k), hasta el menos, que es el H - i'), y a la derecha lo que queda fuera.



Habiendo clasificado a las diversas posiciones holistas, analicemos ahora algunas de ellas.

III.2. ¿Es plausible un holismo à la Quine?

Con la siguiente argumentación queremos hacerlo plausible. Si bien no tenemos argumentos en su contra, tampoco encontramos suficiente fundamento en su favor.

Antes de nuestra argumentación necesitamos de un concepto previo: el de la Ramsey-eliminabilidad de los términos teóricos. Vamos a suponer que tenemos una ley especial L. Si la ley contiene términos teóricos tales que no hay ninguna otra ley L' conteniendo términos T-no-teóricos y teniendo el mismo contenido empírico de ^L, diremos que estos términos teóricos no son Ramsey eliminables. En el caso contrario diremos que sí son Ramsey eliminables.

Digamos al pasar que no se ha de confundir la eliminabilidad Ramsey con un programa definicionista de los términos teóricos en función de los observacionales pues no es ^esiempre el caso que se puedan determinar unívocamente las funciones T-teóricas en función de las T-no-teóricas aunque se de la eliminabilidad Ramsey.

Es de notarse también que cuando no se da la eliminabilidad Ramsey se hace patente la eficacia de los términos teóricos en cuanto a su papel para expresar el contenido empírico de una teoría.

Hechas estas reflexiones, consideremos una ley del tipo L' que acabamos de mencionar, esto es, una ley que contiene mag-

nitudes T-no-teóricas en el sentido de Sneed, esto es una ley que pertenece a una teoría que es presupuesta por otra. Tomemos el ^{en el cual} caso la ley L' es el principio de continuidad, ~~Lo~~ vamos a tomar como ejemplo E - 5) y dice así :

P - C) "El producto de la velocidad del flujo de un líquido no compresible y no viscoso por la sección transversal del tubo de corriente es una magnitud constante para el tubo de corriente dado, esto es,

$$\Delta S \cdot v = k, \text{ donde } k \text{ pertenece a los números reales.}"$$

La ley L' (= P - C) pertenece a una teoría T' que es presupuesta por nuestra teoría T (= HFI...).

Sin duda la ley P - C) es una ley especial de la hidrodinámica. Sin embargo para llevar a cabo su corroboración no necesitamos medir la función teórica de la HFI sino sólo medir longitudes y tiempos. Estos conceptos pertenecen a teorías presupuestas por la hidrodinámica como son las teorías métricas y cinemáticas. Llegados a este punto tenemos dos caminos a seguir. El primer camino conduce al debilitamiento del holismo. Alguien podría decir que "siguiendo el proceso de medir las cantidades T-no-teóricas en niveles de teorividad cada vez más bajos, al final llegaremos a un punto en el que no se presupone ninguna teoría en absoluto, sino sólo operaciones físicas,

datos sensoriales o algo por el estilo."(Moulines 1981, pp. 8 y 9). Esta misma persona podría admitir que las teorías geométricas y cronométricas son presupuestas al medir la distancia y el tiempo y que estas teorías también presuponen teorías topológicas cualitativas. Pero que si seguimos hilando presuposiciones llegaremos a la pura manipulación de varas y relojes o a la percepción sensorial directa de longitudes de objetos y de tiempos percibidos por el sujeto, cosas que ya no presuponen teorías. Por eso, "si los procesos de medición se pudieran reconstruir como cadenas de presuposición dirigidas hacia abajo en esta forma, entonces está claro que el holismo perdería su fuerza."(Moulines 1981, p.9)

El segundo camino que es el que refuerza al holismo es el del que sostiene que no es cierto que la pura manipulación de relojes y varas no presuponga ciertas teorías relativas a la estructura del espacio y el tiempo por ejemplo. Y de esta manera nos encontraríamos frente a un gran círculo de presuposiciones que abarcaría toda la ciencia.

Hablaríamos de este enorme círculo ya que toda teoría presupone a una segunda, esta segunda a una tercera, esta tercera a una cuarta y así recorreríamos infinitas teorías o volveríamos al punto de partida. Creo que aquí habría entonces una cuestión problemática que se le genera al estructuralismo. Pero sobre esto abundo un poco más en el siguiente parágrafo.

III.3. El círculo de presuposiciones que abarca toda la ciencia y el estructuralismo . El problema de la circularidad viciosa y del regreso al infinito

El círculo muy grande que abarca toda la ciencia que vimos como segundo camino en el párrafo anterior trae ciertos problemas, ya que si consideramos que todos los conceptos (o funciones) presuponen a alguna teoría, entonces no habría conceptos que en ninguna teoría fueran T - teóricos.

Si bien parándonos en una teoría determinada no teníamos problemas para precisar cuál era la teoría o las teorías presupuestas, haciendo uso del criterio de teoriedad de Sneed, ahora considerando este gran círculo que abarca toda la ciencia vamos a decir, por ejemplo, que la teoría T_1 presupone a la T_2 , la T_2 a la T_3 , la T_3 a la T_4 y caeríamos así en un círculo vicioso de presuposiciones o en un regreso al infinito.

El problema que se vincula a esto es el de determinar cuál es la base T-no-teórica que se presupone en última instancia ya que de otra manera no quedaría claro el punto de apoyo sobre el que descansa el aparato científico.

escapamos
Nos/del círculo vicioso y del regreso al infinito que expresamos en la A - 21) de la p.43 pero sólo si nos paramos en una sola teoría. Si nos paramos en el conjunto de todas las teorías caemos en un problema análogo.

Aquí simplemente, queremos anotar de paso este problema del cual habría que buscar una salida. Esta cuestión se presenta en el caso de aceptar un holismo al estilo de Quine y no es éste el tipo de holismo que vamos a analizar en detalle sino más bien el holismo al estilo de Kuhn. No obstante ello también hacemos ciertas observaciones válidas para los distintos tipos de holismo.

Aquí simplemente, queremos anotar de paso este problema del cual habría que buscar una salida. Esta cuestión se presenta en el caso de aceptar un holismo al estilo de Quine y no es éste el tipo de holismo que vamos a analizar en detalle sino más bien el holismo al estilo de Kuhn. No obstante ello también hacemos ciertas observaciones válidas para los distintos tipos de holismo.

III.4. Desarrollo de una reconstrucción al modo estructural: El ejemplo de la hidrodinámica de fluidos ideales

(El ejemplo E - HFI)

Como ya dijimos antes, situamos este ejemplo al final de este trabajo. Dado que aludimos repetidas veces a él, éste es un lugar adecuado para encontrarlo fácilmente.

Vamos a presentar aquí una reconstrucción de la hidrodinámica de fluidos ideales (abreviadamente HFI). Lo que aquí presentamos es una continuación de un trabajo iniciado en la tesis de maestría. Es por ello que no vamos a repetir ciertos análisis históricos, ontológicos, científicos y, especialmente, filosóficos y metodológicos que fundamentan esta reconstrucción y que ya se encuentran escritos en la tesis de maestría. Lo que ahora presentamos constituye un avance frente a aquel trabajo ya que incluye una nueva discusión relativa al problema de la HFI-teoricidad de las funciones primitivas y un trabajo detallado conducente a elaborar la red teórica de la HFI.

Quiero señalar también que en varias partes de esta tesis doctoral hay discusiones que complementan a este ejemplo como es el caso del desarrollo de las condiciones de ligadura de la HFI que presentamos en la p. ⁷³~~48~~ de esta tesis, y el caso de la discusión de la tesis holista de Kuhn a partir de este ejemplo en las pp. ¹²⁰~~65~~-ss de esta tesis.

Recordemos, en primer lugar, cuáles son los dominios y las funciones primitivas en la reconstrucción. En el caso de la HFI tenemos dos dominios F y T y cuatro funciones primitivas v , ρ , G y p . F corresponde a la porción del espacio que ocupa el fluido que investigamos y T corresponde al intervalo durante el cual se investiga. Más adelante daremos una caracterización más precisa de estos dominios. Aunque posteriormente daremos las condiciones de definición de las funciones primitivas, digamos por el momento que corresponden a los términos velocidad, densidad, fuerza externa y presión que aparecen en la ecuación de Euler.

Una vez que se han identificado las funciones primitivas, la tarea es determinar qué leyes se presuponen cuando se busca determinar sus valores en una aplicación particular. Así por ejemplo, cuando alguien quiera encontrar el valor de la función fuerza en la mecánica clásica de partículas, debe presuponer la validez de la segunda ley de Newton.

Sneed propone una distinción entre los términos T-no-teóricos y los T-teóricos basándose en una distinción entre las funciones que presuponen las leyes de la teoría y aquellas que no presuponen estas leyes, esto es, funciones que se miden de una manera T-dependiente o de una manera T-independiente. Este criterio de Sneed es relativo a la teoría con la cual uno está tratando. Un término puede ser T-teórico con respecto a una teoría pero no con respecto a otra teoría. La definición de Sneed es la siguiente:

" La función n es teórica con respecto a T si y sólo si no hay ninguna aplicación i de T en la cual n_i sea T-independiente; n es no teórica con respecto a T si y sólo si hay por lo menos una aplicación i de T en la cual n_i es T-independiente." (Sneed 1971, p.33)

Dada las dificultades que presenta la aplicación concreta del criterio de teoricidad de Sneed, Moulines afirma que hay otro criterio posible que ya ^{no} hace una pregunta pragmática acerca de los métodos de medición (tal como lo requiere el criterio de Sneed), sino que adopta un punto de vista semántico y pregunta por el significado de las funciones. Moulines formula su solución provisional con las palabras siguientes:

"Diremos que f es T-teórica si f no tiene un significado claro anterior a T, o en otras palabras, si f es un concepto específico para T. Si f , por el contrario, tiene un significado claro en una teoría T', que puede ser formulada independientemente de T, diremos entonces que f es T-no-teórica." (Moulines 1975, p.106)

De acuerdo con este último criterio, v , ρ y G resultan HFI-no-teóricas. Por otro lado, mi hipótesis es que p es HFI-teórica.

Las funciones v y G son HFI-no-teóricas porque sus significados son determinados por la cinemática clásica de partículas y por la dinámica clásica de partículas respectivamente. También

ϕ es HFI-no-teórica ya que su significado se obtiene a partir de la mecánica y la geometría. Todas estas teorías que hemos mencionado pueden formularse independientemente de la HFI.

La discusión concerniente a la función presión es más complicada. En un primer vistazo podríamos pensar que la presión es HFI-no-teórica ya que se presenta en otras teorías. Por ejemplo se define como un concepto de la mecánica a partir de dos funciones (fuerza y superficie):

p - 1) " La presión p en un fluido se define como la fuerza por unidad de área del recipiente

$$p = \frac{F}{A} \quad \text{" (Orsar, 1967, p.122)}$$

Otras pretendidas definiciones de presión que aparecen en los libros de texto son:

p - 2) "La ley de Boyle: Si la presión permanece constante el volumen de una masa dada de gas varía inversamente a la presión a la cual está sujeto. La ley puede expresarse algebraicamente

$$p \cdot V = k_1$$

donde p es la presión y k_1 es una constante."

(Durrant 1962, p.28)

p - 3) La ecuación del gas ideal:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

donde n es el número de moles del gas, p la

presión, V el volumen, T la temperatura absoluta
y R la constante universal de los gases.

p - 4) " La ecuación de Van der Waals:

$$\left(p - \frac{a^2}{V} \right) (V - b) = n.R.T$$

El término $(V - b)$ toma en cuenta el volumen
finito de las moléculas. La V representa el volu-
men del recipiente y la b el volumen finito de las
moléculas. Por eso, la diferencia será el volumen
en el cual las moléculas se mueven libremente.
El término a^2/V es una corrección a la presión
que proviene del hecho de que la velocidad de las
moléculas de gas disminuye por causa de la atrac-
ción intermolecular." (McLellan et al. 1966, p.266)

p - 5) " Sostenemos que la intensidad que es la conjugada
del volumen es la presión negativa

$$- p = \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_{-S, N} "$$

(Tisza 1969, p.59)

Pero de hecho, las ecuaciones de arriba no se oponen a la hi-
pótesis que sostiene la HFI-teoricidad de la presión. p - 2) ,
p - 3), y p - 4) se aplican sólo a un tipo especial de fluido:
los gases. Pero los gases no se incluyen en la HFI (cf. caracte-
rísticas de la HFI en las pp. 107-ss de la tesis de maestría).
Además p - 2), p - 3), p - 4), y p - 5) presuponen la intro-

ducción previa del aparato conceptual de la termodinámica. Pero la termodinámica no es ni semántica ni epistemológicamente anterior a la hidrodinámica dado que

- a - históricamente, la hidrodinámica se desarrolló 100 años antes que la termodinámica. (Esta razón sólo juega un papel heurístico en esta investigación metateórica, pero de todos modos es sintomática.)

Y

- b - sistemáticamente, la medición de las magnitudes específicamente termodinámicas (U, S) presupone la medición de p y V y no inversamente. (En caso de conflicto se da preferencia a las magnitudes hidrodinámicas y geométricas.)

Dado que p - 1) no puede aplicarse a fluidos en movimiento, esto es a la hidrodinámica, queda automáticamente descartada.

Otro argumento que permite sostener la HFI-teoricidad de la presión será dado al final dado que es conveniente leer toda la red teórica antes de ver ese argumento.

Como consideramos que no hay ninguna otra teoría a partir de la cual determinar el significado del término presión a parte de la propia hidrodinámica, diremos que la presión es una función HFI-teórica, aunque lo mantenemos a nivel de hipótesis.

Los modelos serán objeto de nuestras próximas líneas. Ellos constituyen las unidades básicas del análisis estructural y son aquellas entidades que satisfacen el predicado conjuntista de la teoría. Luego de distinguir entre los términos HFI-teóricos y HFI-no-teóricos, podemos hacer también una distinción entre los diferentes tipos de modelos:

\underline{M}_{pp} es el conjunto de los modelos posibles parciales, esto es, los que incluyen las funciones T-no-teóricas.

\underline{M}_p es el conjunto de los modelos posibles, en donde se incluyen tanto las funciones T-teóricas como las T-no-teóricas.

\underline{M} es el conjunto de los modelos, el cual, aparte de incluir todas las funciones, también incluye a las leyes fundamentales de la teoría.

Empecemos entonces con el predicado conjuntista que los \underline{M}_{pp} de la HFI deben cumplir:

D - 1) Fl(x) sii_{df}: existen F, T, v, ρ, G tales que

$$(1) \quad x = \langle F, T, v, \rho, G \rangle$$

$$(2) \quad F \cong F^{\#} \text{ donde } F^{\#} \text{ es una región de } R^3.$$

$$(3) \quad T \cong T^{\#}, \text{ donde } T^{\#} \text{ es un intervalo de números reales.}$$

(4) v es una función,

$$D_I(v) = F \times T \text{ y } D_{II}(v) \subseteq R^3$$

(5) ρ es una función constante,

$$D_I(\rho) = F \text{ y } D_{II}(\rho) \subseteq R^+$$

(6) G es una función,

$$D_I(G) = F \times T \text{ y } D_{II}(G) \subseteq R^3$$

Los Fl ("fluides") son entonces 5-tuplos que incluyen dos dominios: F y T y tres funciones: v, ρ y G.

Suministremos en segundo lugar el predicado que deben satisfacer los elementos de M_p :

D - 2) FH(x) sii_{df}: existen F, T, v, ρ, G, p tales que

$$(1) \quad x = \langle F, T, v, \rho, G, p \rangle$$

$$(2) \quad Fl(\langle F, T, v, \rho, G \rangle)$$

(3) p es una función,

$$D_I(p) = F \times T \text{ y } D_{II}(p) \subseteq R,$$

p puede derivarse parcialmente con

respecto a sus argumentos espaciales.

Los modelos posibles FH ("fluidos de la hidrodinámica") serán aquellas entidades con respecto de las cuales tiene sentido pre-

guntarse si satisfacen las condiciones para ser modelos de la teoría.

Caractericemos finalmente a los modelos. Los modelos serán aquellos sistemas de objetos que satisfacen el predicado conjuntista fundamental. La idea es que la estructura matemática de los fluidos en movimiento que satisfacen la ecuación fundamental de la HFI será expresada a través de este predicado conjuntista fundamental. Todas las leyes especiales serán introducidas como restricciones a este predicado básico.

Los modelos FHI ("fluidos de la hidrodinámica ideal") serán las entidades que satisfagan el siguiente predicado conjuntista:

D - 3) FHI(x) sii_{df}:

(1) FH(x)

(2) $\forall f \in F$ y $\forall t \in T$

$$\begin{aligned} D_t v(f, t) + (v(f, t), \text{grad})v(f, t) &= \\ &= - \frac{\text{grad } p(f, t)}{\rho(f)} + G(f, t) \end{aligned}$$

Esta es la forma explícita de la ecuación de Euler clásica. Debe remarcarse que este es una presentación muy escueta de un trabajo más amplio.

Existe una condición de ligadura para la función HFI-teórica presión que es su independencia de sistemas de acuerdo con la cual se debe adjudicar a cada posición f y a cada instante t el mismo valor $p(f, t)$ en toda aplicación.

Añadamos ahora las leyes especiales. El estudio de las líneas

de especialización es un importante paso a realizar si se quiere construir la red teórica de la HFI. Las leyes especiales que aquí presentamos son las que aparecen más frecuentemente en los libros de texto de física.

PRIMERA ESPECIALIZACION

D - 4) x es un fluido de la hidrodinámica ideal sometido a la acción de un campo de fuerzas conservativo

($x \in \text{FHIC}$) si i_{df} :

(1) $x \in \text{FHI}$

(2) $\exists \emptyset$ tal que $D_I(\emptyset) = F \times T$, $D_{II}(\emptyset) = R^3$

y $\forall f \in F \quad \forall t \in T \quad G(f,t) = - \text{grad } \emptyset(f,t)$ ¹

Sustituyendo la ley que corresponde al predicado " x es un FHIC"

(abreviadamente FHIC_L) en la ley FHI_L obtenemos:

$$(A) \quad \forall x \in \text{FHIC} \quad \forall f \in F_x \quad \forall t \in T_x$$
$$D_t v(f,t) + (v(f,t) \cdot \text{grad}) v(f,t) + \text{grad } \emptyset(f,t) + \frac{\text{grad } p(f,t)}{\rho(f)} = 0$$

PRIMERA BIFURCACION de la primera especialización

D - 5) x es un fluido de la hidrodinámica ideal sometido a la acción de un campo de fuerzas conservativas con un campo vectorial de velocidades irrotacional

¹ \emptyset es un potencial. Para una elucidación de esta noción, véase por ejemplo, Feynman et al. 1971, pp. 14-10 y ss.

$(x \in \text{FHICI})$ sii_{df}:

(1) $x \in \text{FHIC}$

(2) $\forall f \in F \quad \forall t \in T \quad \text{rot } v(f, t) = 0$

De este predicado puede derivarse una ecuación particular que más tarde va a ser útil. Esta ecuación (que llamare^a (D)) se derivará usando la siguiente ecuación que es conocida del cálculo vectorial

$$(B) \quad (\text{v.grad})v = \frac{1}{2} \text{grad } v^2 - v \times (\text{grad } \times v)$$

Sustituyendo (B) en (A) obtenemos:

$$(C) \quad \forall x \in \text{FHIC} \quad \forall f \in F_x \quad \forall t \in T_x$$

$$D_t v(f, t) + \frac{1}{2} \text{grad } v^2(f, t) - v(f, t) \times (\text{grad } \times v(f, t)) +$$

$$+ \text{grad } \varphi(f, t) + \frac{1}{\rho(f)} \text{grad } p(f, t) = 0$$

Si tomamos ahora en cuenta las condiciones expresadas en D - 5) obtenemos:

$$(D) \quad \forall x \in \text{FHICI} \quad \forall f \in F_x \quad \forall t \in T_x$$

$$D_t v(f, t) + \frac{1}{2} \text{grad } v^2(f, t) + \text{grad } \varphi(f, t) + \frac{\text{grad } p(f, t)}{\rho(f)} = 0$$

ESPECIALIZACION DE LA PRIMERA BIFURCACION

D - 6) x es un fluido de la hidrodinámica ideal sometido a la acción de un campo de fuerzas conservativo con un campo de vectores velocidad irrotacional cuyo movimiento es estacionario $(x \in \text{FHICIE})$ sii_{df}:

(1) $x \in \text{FHICI}$

(2) $D_t v(f, t) = 0$

(3) $D_t p(f, t) = 0$

Si uno sustituye las condiciones expresadas en D - 6 en la ecuación (D) y aplica las propiedades del gradiente, uno obtiene:

$$(E) \quad \forall x \in \text{FHICIE} \quad \forall f \in F_x \quad \forall t \in T_x$$

$$\text{grad} \left(\frac{1}{2} v^2(f, t) + \varphi(f, t) + \frac{1}{\rho(f)} p(f, t) \right) = 0$$

La ecuación nos dice que, para una desplazamiento pequeño, la cantidad entre paréntesis no cambia, esto es:

$$(F) \quad \forall x \in \text{FHICIE} \quad \exists k \in \mathbb{R} \text{ tal que } \forall f \in F_x \quad \forall t \in T_x$$

$$\frac{1}{2} v^2(f, t) + \varphi(f, t) + \frac{p(f, t)}{\rho(f)} = k$$

(Debe notarse que la constante tiene el mismo valor en todo punto del fluido)

La ecuación (F) corresponde al llamado Teorema de Bernoulli.

SEGUNDA BIFURCACION de la especialización

D - 7) x es un fluido de la hidrodinámica ideal sometido a la acción de un campo de fuerzas conservativo cuyo movimiento es estacionario ($x \in \text{FHICE}$) si_{df} :

$$(1) \quad x \in \text{FHIC}$$

$$(2) \quad D_t v(f, t) = 0$$

$$(3) \quad D_t p(f, t) = 0$$

Flujo estacionario significa que la distribución de velocidades es siempre la misma ---v es un campo vectorial estático.

De este predicado puede derivarse una segunda forma del teorema de Bernoulli (la primera forma es la expresada en la ecua-

ción (F). Debe observarse que la forma matemática de estas dos formas del teorema de Bernoulli es idéntica. Sin embargo, el campo de aplicaciones de las dos formas del teorema de Bernoulli es distinto.

Obtengamos ahora la segunda forma del teorema de Bernoulli. Tracemos líneas tangentes a la velocidad del flujo. Estas líneas se llaman líneas de corriente. En el caso de un flujo estacionario estas líneas son, de hecho, las trayectorias de las partículas de fluido.

Para obtener la segunda forma del teorema de Bernoulli uno puede multiplicar la ecuación (C) por $v(f, t)$, y considerar las condiciones expresadas en D - 7) y las propiedades del gradiente. De esta forma se obtiene:

$$(G) \quad v(f, t) \cdot \text{grad} \left(\frac{1}{2} v^2(f, t) + \varphi(f, t) + \frac{p(f, t)}{\rho(f)} \right) = 0$$

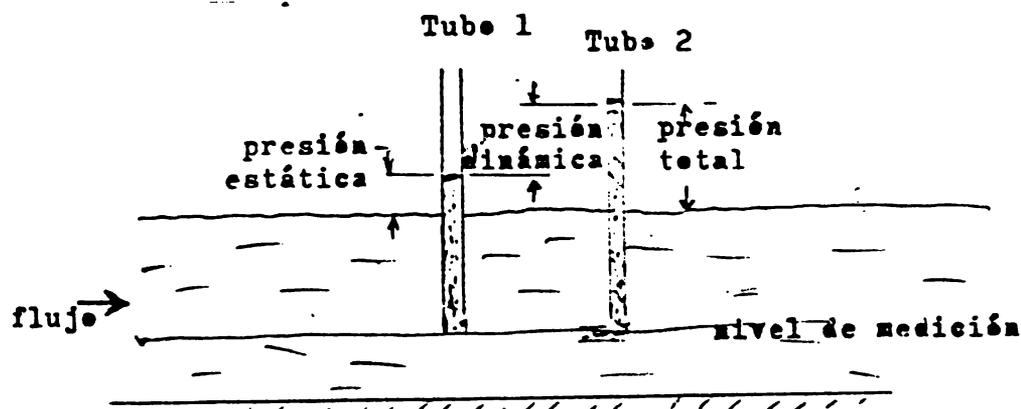
Esta ecuación indica que, para un desplazamiento pequeño en la dirección de la velocidad del fluido, la cantidad entre paréntesis no cambia. Pero, no se debe olvidar que en un fluido con flujo estacionario todos los desplazamientos son a lo largo de las líneas de corriente. Así, de la ecuación (G) se puede inferir que:

$$(H) \quad \begin{aligned} & \forall x \in F_{\text{HICE}} \quad \exists k \in \mathbb{R} \quad \text{tal que} \quad \forall x \in T_x \text{ y} \\ & \forall x \in F_x \text{ a lo largo de una línea de corriente} \\ & \frac{1}{2} v^2(f, t) + \varphi(f, t) + \frac{p(f, t)}{\rho(f)} = k \end{aligned}$$

EL TUBO DE PITOT

HFI-teoricidad de la presión. Puede mostrarse que las mediciones de la presión que con él se realizan no son independientes de la HFI ya que presuponen al teorema $(H) = FHICE_{LT}$ de la p.114 de este trabajo.

El diagrama² del Tubo de Pitot es el siguiente (sigo aquí a la exposición de Benedict (cf. Benedict 1977, p.339)):



Como puede observarse en el diagrama, hay tres presiones que se definen en el esquema:

- (1) La presión estática p es la presión real del fluido, esté éste en movimiento o en reposo. Puede medirse por medio de un pequeño agujero perforado perpendicularmente a y nivelado con los límites del flujo de manera tal que no perturbe al fluido en ninguna

forma."

- (2) La presión dinámica p_v "es la presión equivalente a la energía cinética dirigida del fluido cuando el fluido es considerado como un continuo."
- (3) La presión total o Pitot p_t "es la suma de las presiones estáticas y dinámicas. Puede medirse mediante una probeta que se encuentra en reposo con respecto a los límites del sistema cuando estanca localmente al fluido isoentrópicamente (esto es, sin pérdidas y sin transferencia de calor)"

Si uno considera una región en donde la función $\phi(f, t)$ de la $FHICE_{LT}$ es constante, entonces cuando una partícula de fluido recorre una línea de corriente cuanto más grande sea la velocidad, menor será la presión. Por ejemplo, si uno tiene una cierta cantidad de fluido que corre por tubos de diferentes secciones, al disminuir la sección aumenta la velocidad (porque la misma cantidad de fluido debe fluir a través de las distintas secciones), y el resultado $FHICE_{LT}$ muestra que la presión deberá disminuir.

Henri de Pitot explicó por primera vez en 1732 el funcionamiento de su tubo, él

"usó dos tubos abiertos sumergidos a la misma profundidad en un flujo de agua. La abertura inferior de uno de los tubos era perpendicular al flujo, y la altura sobre

el agua en este tubo se tomaba como una indicación de la presión estática. El otro tubo estaba torcido 90° , de manera tal que su abertura inferior se enfrentaba a la dirección del flujo. Este tubo proporcionaba una indicación de la presión total. Pitot tomaba a la diferencia entre los niveles de agua como una medida de la velocidad (ver el diagrama)."(Benedict 1977, p.361)

Así en el Tubo de Pitot lo que uno mide son alturas. Y de estas alturas se deduce una medida de la presión. Pero esta deducción sólo es posible si se hace uso de la relación $FHICE_{LT}$ la cual permite conectar la presión del fluido con su velocidad, considerando que esta velocidad se obtiene a partir de la medición de la diferencia de niveles de agua en los dos tubos. Entonces uno puede justificar que lo que se está midiendo es presión si uno considera que uno mide (identifica) presión por medio del Tubo de Pitot porque uno presupone el funcionamiento (la aplicación) de una ecuación particular de la hidrodinámica (en este caso, la $FHICE_{LT}$).

Se concluye entonces de la discusión previa que la hipótesis de que la presión es HFI-teórica se sostiene porque en el tubo de Pitot la presión se mide también de una manera HFI-dependiente, más precisamente, porque el Tubo de Pitot no sólo presupone a la ecuación $FHICE_{LT}$ sino que también presupone (entre

otras) a la ley fundamental de la hidrodinámica que es la ecuación de Euler ya que la $FHICE_{LT}$ sólo tiene sentido a la luz de la ecuación de Euler.

•

III.5. Análisis de una postura holista à la Kuhn a través de un ejemplo

Regresemos al ejemplo E - HFI). Efectuemos un análisis de las leyes de la teoría reconstruida. La ley fundamental (la que corresponde al predicado "x es un fluido de la hidrodinámica ideal", abreviadamente FHI_L) dejó, desde el principio, un tanto perplejos tanto a su creador como a otros científicos que la conocieron. Lagrange, por ejemplo, escribe:

"Debido a tal descubrimiento de Euler, toda la mecánica de fluidos se redujo a un único punto de análisis, y si las ecuaciones que la contenían eran integrables, se podían determinar completamente en todos los casos, las circunstancias del movimiento y de la acción de un fluido movido por las fuerzas que se quieran; desgraciadamente ellas son tan rebeldes, que hasta el momento no se ha podido llegar a su solución sino en casos muy limitados."(citado en Dugas 1950, p.278)

En Truesdell 1968, p.123, se señala algo similar en relación a Euler:

".../Euler/ no podía derivar de sus ecuaciones ni un sólo nuevo resultado que se pudiese comprobar experimentalmente. Juzgada desde una perspectiva filosófica positivista, las investigaciones hidrodinámicas de Euler serían inexitosas y estarían mal concebidas..."

Si hojamos los libros de física del siglo XX observamos que las dos citas anteriores siguen siendo tan válidas hoy como ayer. Es posible comprobar que usando sólo la ecuación de Euler (= FHI_L) no se puede hallar un solo resultado que se pueda comprobar experimentalmente. Podemos decir entonces que la ley fundamental de la HFI es empíricamente irrestricta.

Estamos frente a un problema que requiere de reflexión filosófica. A otros filósofos de la ciencia se les presentó el mismo cuestionamiento aunque no en relación a L_λ hidrodinámica sino en relación con otras teorías científicas particulares, hasta tal punto que, por ejemplo, Moulines cuando considera el caso de la mecánica clásica afirma que es esencial a esta teoría que su ley fundamental sea empíricamente irrestricta (cf. Moulines 1982, p.96).¹

¿Cómo se presenta esta situación en nuestro caso? ¿Cómo la podemos elucidar? ¿Qué podemos decir o añadir a la luz de nuestros análisis?

¹ Esta irrestricción empírica puede describirse en términos estructuralistas como sigue:

"...cualquier modelo parcial (no teórico) puede ser 'extendido' o 'completado' trivialmente hasta transformarse en un modelo completo (teórico)..."
(Moulines 1982, p.96)

Ante todo debemos distinguir entre las leyes especiales y la fundamental. A la fundamental, dada su irrestricción empírica, no tendrá sentido intentar falsarla. No existe ninguna situación empírica que la contradiga. Las leyes especiales sí pueden ser refutadas. Pero a esto debemos agregar que las leyes especiales no se pueden contrastar (en un experimento, por ejemplo) sin considerar también otras leyes conectadas con la que estamos confrontando (entre las que debe incluirse por lo menos a la ley fundamental de la teoría con que nos enfrentamos).

Y, por otra parte, dada la irrestricción empírica de la ley fundamental, no la podemos usar empíricamente sino es en conjunción con alguna ley especial.

Consideremos el primer caso. No es posible contrastar una ley ante una situación empírica dada sin identificarla haciendo uso de la red teórica que interconecta las distintas leyes.

Imaginemos que queremos confrontar empíricamente el teorema (E) = FHICIE_{LT} de la p. 113 de este trabajo. Lo primero que se nos ocurre decirle a alguien que nos pregunte qué estamos haciendo es lo siguiente:

- Queremos saber si la ecuación

$$2^{-1}v^2(f,t) + \varnothing(f,t) + p(f,t)\varnothing^{-1}(f) = k$$

es aplicable a una situación empírica dada.

Sin embargo, lo que respondimos cobra sentido únicamente si

tenemos un conocimiento claro sobre la ley a que aludimos ya que la mera expresión matemática no es un criterio de identidad. Existen leyes de igual forma matemática pero que corresponden a distintos campos de la física (por ejemplo, la ley de la gravitación y la ley de Coulomb). En nuestro caso esto es evidente ya que existe otra ley que es la ecuación

$(H) = FHICE_{LT}$ de la p. 114 de este trabajo que tiene la misma forma matemática que la $FHICE_{LT}$ y nuestra intención es confrontar la $FHICE_{LT}$ y no la $FHICE_{LT}$.

Por otra parte, para saber que los valores que adjudicamos a p en la fórmula expresan presiones y no cualquier otra cosa, debemos tomar los datos de un aparato de medición que presuponga una ley hidrodinámica. Esta ley sería la propia $FHICE_{LT}$. Pero para esta última determinación en el aparato de medición que presupone a $FHICE_{LT}$ podríamos repetir la pregunta del inicio de este párrafo, y así sucesivamente. Por lo tanto, es necesario detener este encadenamiento de preguntas en algún punto y usar un método de medición que presuponga una ley distinta de la $FHICE_{LT}$, por ejemplo, podríamos medir p en un Tubo de Pitot presuponiendo entonces la $FHICE_{LT}$.

En conclusión, para confrontar empíricamente el teorema de Bernoulli expresado en la $FHICE_{LT}$ nos enfrentamos con dos tareas, debemos:

T₂- 1) Identificar la ley a que aludimos en el mapa de

de la teoría a la que pertenece; γ

Ta- 2) Conseguimos llevar a feliz término la Ta- 1)
cuando al intentar medir nos vemos en la necesidad
de identificar los conceptos de ^{la} ley a través
de la presuposición de otras leyes.¹

Ahora bien, todavía subsiste un problema en referencia a estas
otras leyes presupuestas. Si ellas a su vez presuponen el funcio-
namiento de otras leyes, todo el planteamiento parece caer o bien
en un círculo vicioso o bien en un regreso al infinito. Veamos.

Ante todo sabemos que todas las leyes presuponen a la ecuación
de Euler (FHI_L):

$$D_t v(f, t) + (v(f, t) \cdot \text{grad}) v(f, t) = - \text{grad } p(f, t) \rho^{-1} + G(f, t)$$

Pero la ecuación de Euler, ¿presupondrá a su vez otras leyes?
La respuesta es afirmativa ya que según dijimos algunos párrafos
atrás:

...usando sólo la ecuación de Euler (= FHI_L) no se
puede hallar un solo resultado que se pueda comprobar
experimentalmente.

¹ Una argumentación parecida puede encontrarse en Moulines 1981,
para el caso de la ley de la gravitación.

De manera tal que un principio fundamental como la ecuación de Euler no tiene aplicación empírica si está aislado, siempre ha de ir acompañado de leyes de menor jerarquía. Estas leyes especiales dependerán de la aplicación que nos interese.

De toda la discusión concluimos que estamos ante un círculo de presuposiciones que indica que no puede aplicarse empíricamente una ley especial a menos que se presupongan también otras leyes (al menos la ley fundamental de la teoría con que tratamos) e inversamente, no podemos aplicar empíricamente a la ley fundamental sin aplicar conjuntamente a las leyes especiales. La diferencia entre las presuposiciones de las leyes fundamentales y las de las leyes especiales se centra en que las leyes fundamentales presuponen a leyes especiales distintas/^{según} la aplicación que nos interesa y las leyes especiales presuponen lógicamente al menos al mismo principio fundamental.

Además, si imaginamos a la teoría como un pulpo¹ cuya cabeza es el núcleo, sus alimentos el campo de aplicaciones y sus tentáculos las leyes especiales, es posible comprobar históricamente que al pulpo (=la teoría empírica) se le pueden quitar algunos

¹ Esta analogía la tomé de Moulines 1982.

tentáculos (=leyes especiales) sin que deje de existir como pulpo, esto es, que algunas leyes especiales se vean refutadas pero la teoría se mantenga, sosteniéndose su ley fundamental. También puede ocurrir que el pulpo genere nuevos tentáculos, esto es, que se añadan nuevas leyes especiales a la teoría.

Hasta aquí el ejemplo analizado. Discutamos ahora la posibilidad de compatibilizar la tesis Hol - 2) que adjudicamos a Kuhn en la p. 5 con nuestro análisis y con la perspectiva estructural.

Ante todo debemos dejar claras dos nociones de manejo usual dentro de la concepción estructural: las de teoría en sentido débil y teoría en sentido fuerte. La primera noción la empezamos a esbozar en la pág. 50 de este trabajo. Precisémosla ahora un poco más. Denominaremos teoría en sentido débil a un par ordenado de la forma $\langle K, I \rangle$ donde K es el núcleo estructural e I el conjunto de las aplicaciones propuestas. Debe quedar claro que este K sólo toma en consideración a los modelos que corresponden al predicado que incluye a la ley fundamental de la teoría pero no a los predicados que incluyen las especializaciones.

Por su lado, denominaremos teoría en sentido fuerte a un par ordenado de la forma $\langle E, I \rangle$ donde E es el núcleo estructural ampliado que toma en cuenta condiciones de ligadura especiales y leyes especiales e I es el dominio de aplicaciones

propuestas.

Opino que tomando la noción de teoría en sentido débil habría una concordancia entre el ejemplo y los planteamientos de Kuhn. Según vimos la ley fundamental (= ecuación de Euler) de la HFI es empíricamente irrestricta. No es posible imaginar ni llevar a cabo un experimento que la refute. En este sentido un cambio en el núcleo estructural K que es el que toma en consideración a los modelos que corresponden al predicado que incluye a la ley fundamental de la teoría no puede darse a partir de un experimento crucial, de tal forma que, en términos estructurales diríamos

Hol - 3) Una teoría (concibiéndola en sentido débil) no se rechaza con base en un experimento crucial.

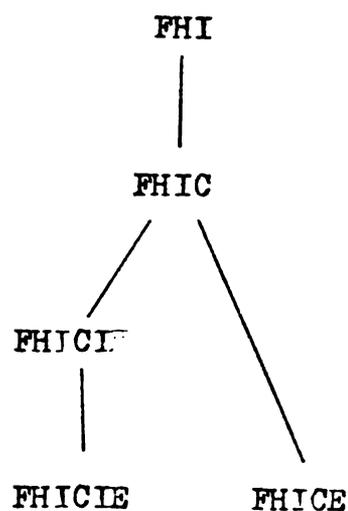
Esto concuerda con las afirmaciones de Kuhn relativas a la no corregibilidad de los paradigmas, si es que identificamos, tal como hemos sugerido que puede hacerse, a los paradigmas con las teorías científicas.

Ahora bien, si cambiamos el K, esto es si modificamos o elegimos otra ley fundamental ya no estaríamos justificad^{fi}os al decir que nos movemos todavía dentro de una misma teoría. De manera tal que concordaríamos con la tesis Hol - 2) de la p. 25 que hemos atribuido a Kuhn ya que el K se acepta, de acuerdo con las características que le hemos señalado, como un todo y como un todo también se rechaza.

Por otro lado, un análisis del I también nos lleva a concordar con Kuhn. Dijimos que I es el conjunto de aplicaciones propuestas. Este conjunto I es un subconjunto del conjunto de los modelos posibles parciales que está caracterizado por un conjunto I_0 de ejemplos paradigmáticos. En este sentido no puede cambiarse I_0 sin cambiarnos de teoría. Si bien esto no es tan ^{preciso} como en el caso de K, también conduce a una decisión global.

Consideremos ahora el caso de la noción de teoría en sentido fuerte. De acuerdo con las últimas reflexiones del ejemplo en el sentido de que una teoría podría perder algunas leyes especiales sin dejar de existir como teoría o también generar nuevas leyes especiales y continuar siendo la misma teoría ya no habría acuerdo con Kuhn dado que entraríamos en un campo distinto al expresado en la afirmación Hol - 2) de la p. 45 de este trabajo.

Tomemos ahora un ejemplo. Consideremos la red teórica de la HFI que presentamos en el E - HFI:



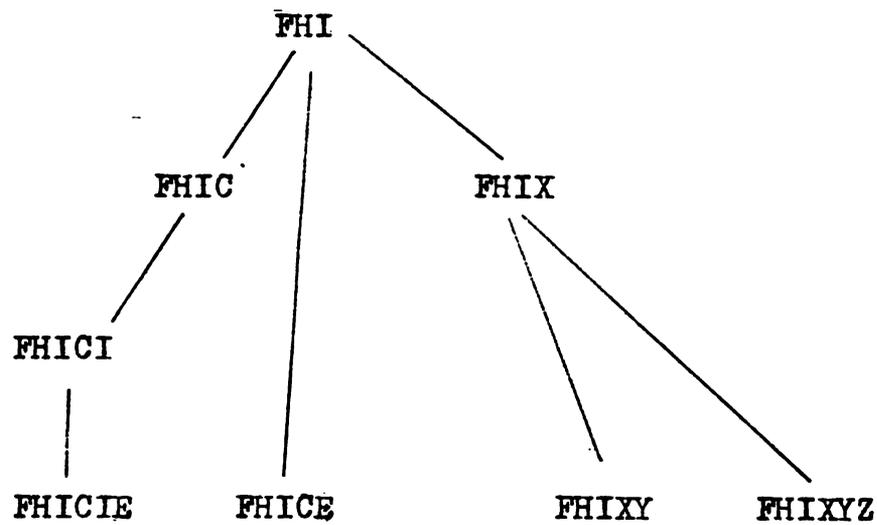
Supongamos ahora que una ley especial es refutada (por ejemplo la $FHICE_L$) y que entonces la red teórica pierde uno de sus elementos, quedando:



¿Nos enfrentamos todavía a la misma teoría?

Ante esta pregunta tendríamos dos respuestas de acuerdo con el punto de vista desde el cual nos situásemos. Si pensamos a la teoría en sentido débil la respuesta es afirmativa ya que se ha conservado el predicado que corresponde a la ley fundamental, esto es, el FHI. Si vemos las cosas desde la perspectiva de la noción de teoría en sentido fuerte deberíamos responder que no ya que ahora el núcleo estructural ampliado es distinto al original.

Idénticas respuestas creo que se deben dar ante la pregunta de arriba cuando es el caso que la teoría genere un nuevo elemento teórico. En nuestro ejemplo podríamos suponer que los elementos añadidos se llamen FHIX, FHIXY y FHIXYZ. Esta situación la podríamos esquemmatizar así:



Intentemos finalmente elucidar lo que hemos llamado "tercer punto de contacto entre Kuhn y Quine" en la p. ⁴⁴~~44~~ de esta tesis. Se trata del paralelismo que establecimos entre el paradigma escolástico de las piedras oscilantes enfrentado al paradigma galileiano de los péndulos presentados por Kuhn y el ejemplo de los físicos discutiendo sobre los neutrinos presentado por Quine.

Podríamos interpretar la coincidencia Kuhn-Quine en el sentido siguiente:

Hol - 4) Las teorías científicas se arman cuando se conjunta un aparato formal con una serie de hechos que se explican mediante este aparato.

Esto concuerda con la noción de teoría empírica como par ordenado de la forma $\langle K, I \rangle$ que antes presentamos.

Señalemos que este tipo de argumentos que parecen adjudicar un cierto carácter puramente analítico a las teorías empíricas son parecidos a los que quieren encontrar analiticidad en el

enunciado de Ramsey, cuestión a la que ya aludimos en la p. 71 de este trabajo. A este asunto se da solución cuando se responde a la pregunta siguiente: ¿cómo hacer para validar la aplicación k-ésima de una teoría si la única justificación la encontramos en la propia teoría?. La respuesta a esta pregunta es un poco compleja y ya la hemos brindado en el párrafo que se inicia en la p. ⁶⁵65 de este trabajo cuando señalamos que sólo puede responderse si se abandona la concepción enunciativista y se adopta a los enunciados de Ramsey modificados como forma más adecuada de expresar el contenido empírico de una teoría.

Todavía una consideración más. Cuando presentamos el planteamiento de Quine (cf. pp. ²⁴24-ss de este trabajo) aludimos a enunciados más o menos alejados de la periferia del entramado de sentencias. Esto lo podríamos también expresar diciendo que hay enunciados más centrales que otros. También dijimos que la periferia del entramado se caracteriza por una cierta coincidencia con la experiencia y podríamos agregar que Quine caracteriza esta experiencia desde una perspectiva fisicalista y haciendo uso de la noción de significación estimulativa. Esta última noción se encuentra expuesta en las pp. 32-33 de Quine 1960. También hemos señalado que Quine sostiene el principio P - 1) que hemos escrito en la p. 10 de este trabajo, de acuerdo con el

cual los enunciados de la periferia deben ser modificados de manera tal que cuadren con la experiencia y en este sentido serían más revisables que los enunciados centrales. Por otra parte, al iniciar este párrafo vimos un ejemplo del cual se puede deducir que las leyes fundamentales de muchas teorías empíricas son empíricamente irrestrictas y que en este sentido no tenía sentido falsarlas, mientras que ciertas leyes especiales de la red teórica alcanzan un nivel "empírico" y pueden ser falsadas.

Creo entonces que puede establecerse otro paralelismo entre el planteamiento de Quine y un análisis estructural de las ciencias y que éste puede escribirse así:

Hol - 5) La periferia de una red teórica está mas sujeta a la revisión empírica que el núcleo de la misma.

Tomada aisladamente esta última tesis parece trivial pero ha de ser entendida al interior del conjunto de las tesis holistas.

III.6. Consideraciones finales

Concluida ya la exposición, no podemos dejar de mencionar en el trabajo, y quizás a modo de apéndice, algunas de las argumentaciones vinculadas con el tema del holismo de tres importantes filósofos de la ciencia: Imre Lakatos, Paul Feyerabend y Wolfgang Stegmüller. En relación con este último autor, no nos limitaremos a la presentación de sus ideas sino que trataremos de buscar los puntos de contacto y de separación entre su trabajo y esta tesis.

Imre Lakatos

Este autor usa como punto de partida de algunas de sus argumentaciones a las ideas de Popper concernientes al falsacionismo a las que critica. El habla de un Popper₀, de un Popper₁ y de un Popper₂ (cf. Lakatos 1978 p. 93). Popper₀ es un Popper que sostiene un falsacionismo muy dogmático, "es un Popper que fue inventado --y 'criticado'--, primero por Ayer y luego por muchos otros" (Loc.cit.). Popper₁ defiende un falsacionismo ingenuo que incluye reglas de falsación que no ayudan a seleccionar un sistema científico en sentido positivo, pero que permiten descartarlo a través de pruebas empíricas. El Popper₂ es el Popper del falsacionismo sofisticado el cual habla de las reglas de aceptación en los años 50's.

Lakatos trata de superar las carencias que tienen los planteamientos de estos tres Popper e introduce el concepto de

programas de investigación. Lakatos no está de acuerdo con los patrones de racionalidad popperianos. Él piensa que el científico practicante, tal como puede mostrarse por medio de un análisis de la historia de la ciencia, no se comporta tal como lo señalan los criterios de Popper. Un programa de investigación no es abandonado por el hecho de encontrar una anomalía o un experimento crucial que se oponga al mismo. Sólo se lo deja de lado si la cantidad de anomalías ya es tan grande que lo transforma en inútil y si hay otro programa alternativo en el que puedan centrar sus esfuerzos los científicos de un momento histórico dado. A este respecto es muy conocido el ejemplo que brinda Lakatos relativo a un caso imaginario de comportamiento planetario anómalo que dice así:

"A physicist of the pre-Einsteinian era takes Newton's mechanics and his law of gravitation, (N), the accepted initial conditions, I, and calculates, with their help, the path of a newly discovered small planet, p. But the planet deviates from the calculated path. Does our Newtonian physicist consider that the deviation was forbidden by Newton's theory and therefore that, once established, it refutes the theory N? No. He suggests that there must be a hitherto unknown planet p' which perturbs the path of p."(Lakatos 1978, pp.16-17)

En este ejemplo que aquí presentamos de manera incompleta Lakatos intenta mostrar cómo un científico no deja de lado el programa de investigación por la presencia de una anomalía sino que busca una hipótesis auxiliar que permita justificarla. Estas hipótesis auxiliares se utilizan con el fin de constituir un cinturón de seguridad o de protección alrededor del núcleo del programa de investigación. Estas aseveraciones se incluyen dentro de la heurística negativa que constituye una regla metodológica del programa de investigación. La heurística negativa es la que señala qué tipos de caminos deben ser evitados durante la investigación (cf. Lakatos 1978, p.47). Así, en el ejemplo considerado, el camino que hay que evitar es el del rechazo a la ley de gravitación. Así dice Lakatos:

"In Newton's programme the negative heuristic bids us to divert the modus tollens from Newton's three laws of dynamics and his law of gravitation. This 'core' is 'irrefutable' by the methodological decision of its proponents: anomalies must lead to changes only in the 'protective' belt of auxiliary, 'observational' hypotheses and initial conditions." (Lakatos 1978, p.48)

Los programas de investigación tienen también reglas metodológicas que indican cuáles caminos hay que seguir y ellas corresponden a la heurística positiva. Es la heurística positiva la que orienta la construcción de las hipótesis auxiliares que van a

formar parte del cinturón de protección, para que las anomalías se enfrenten con un determinado orden y método. Así "la heurística positiva del programa salva al científico de ser confundido por el océano de anomalías." (Lakatos 1978, p.50)

El falsacionismo ilustrado que propone Lakatos no impide que cualquier porción del sistema de la ciencia sea reemplazada. Sin embargo, según Lakatos, este reemplazo sólo puede hacerse de una manera progresiva y habrá que hacerlo si él conduce a la explicación de nuevos hechos. Los experimentos cruciales negativos ya no tienen ningún papel. (cf. Lakatos 1978, p.99)

Lakatos considera que no hay nada malo en que un grupo de científicos intente incluir nuevos hechos en su programa de investigación que se basa en un núcleo 'sagrado'. La ciencia progresa cuando hay 2 o más equipos con programas de investigación diferentes que compiten entre sí y buscan creativamente explicar al universo de hechos que los rodean. El aspecto creativo en un grupo científico es lo que determina la dirección de la ciencia. La imaginación creativa es capaz de encontrar evidencia que corrobore aún el más absurdo de los programas si es que se esfuerza suficientemente. Lakatos encuentra legítima a la búsqueda de nueva evidencia corroborante. Así, los científicos inventan ciertas fantasías y luego buscan hechos que se correspondan con sus fantasías. De manera que hay un proceso en el que "la ciencia crea su propio universo" (Lakatos

1978, p.100). En opinión de Lakatos, a un grupo brillante de académicos le es posible llevar al primer plano cualquier programa de investigación como destruir cualquier clase de conocimientos establecidos.

Lakatos es perfectamente consciente de que sus puntos de vista constituyen un escándalo para los falsacionistas dogmáticos quienes lo acusarían de irracional. No obstante ello, Lakatos considera que sus planteamientos integran a una posición instrumentalista con un requerimiento empírico fuerte. En el aspecto instrumental se incluyen a los imaginativos programas de investigación y en el aspecto empírico se 'salvan los fenómenos'.

Paul Feyerabend

Feyerabend señala, al principio de su libro Against Method, que esa obra era originalmente una parte de un libro sobre racionalismo cuyos autores iban a ser el propio Feyerabend e Imre Lakatos (cf. Feyerabend 1980, p.7). El plan consistía en que Feyerabend iba a atacar la posición racionalista y Lakatos la iba a defender, brindando así un reporte de un intenso debate entre Feyerabend y Lakatos que se inició en 1964. Este origen explica por qué Feyerabend alude repetidamente a Lakatos en la obra.

Feyerabend se opone a las filosofías racionalistas de Popper y de Lakatos rechazando las reglas y normas metodológicas que defienden estos autores por lo que respecta al ámbito de la ciencia. Así Feyerabend afirma:

"La idea de un método que contenga principios científicos, inalterables y absolutamente obligatorios que rijan los asuntos científicos entra en dificultades al ser confrontada con los resultados de la investigación histórica."(Feyerabend 1980, p.23)

Por el contrario, en opinión de Feyerabend y fundamentando su afirmación en ejemplos históricos como son los de la revolución copernicana, la irrupción del atomismo (tanto en la antigüedad como más recientemente con la teoría cinética, la teoría de la dispersión, la estereoquímica o la teoría cuán-

de
tica), o/la teoría ondulatoria de la luz, estos nuevos desarrollos se hicieron posibles justamente porque los investigadores no siguieron las reglas metodológicas o incurrieron en una violación voluntaria de las mismas.

De una manera muy enfática asevera a este respecto Feyerabend:

"Más específicamente, puede demostrarse lo siguiente: considerando cualquier regla, por "fundamental" que sea, hay siempre circunstancias en las que se hace aconsejable no sólo ignorar la regla, sino adoptar su opuesta."(Feyerabend 1980, p.23)

De manera tal que, habrá circunstancias en que será pertinente adoptar hipótesis auxiliares para salvar de una anomalía a un núcleo teórico y circunstancias en las que introducir hipótesis que contradigan resultados experimentales puede ser inconducente.

En este sentido Feyerabend habla de un crecimiento no argumentativo, no totalmente racional en las personas y en las instituciones. Feyerabend manifiesta que es posible que un científico cambie su modelo de argumentación, e inclusive sus reglas y normas a partir de ciertos cambios en el ambiente que lo rodean, sean estos de carácter físico, moral o político. Muchas veces las investigaciones científicas cambian de rumbo, no porque haya razones para el cambio, sino por factores como la propaganda, la coerción o las condiciones psicológicas en que

se desenvuelve el científico. Es por eso que para Feyerabend

"...la historia de la ciencia no sólo consiste en hechos y en conclusiones extraídas de ellos." (Feyerabend 1980, p.19)

Feyerabend sostiene que además de hechos y conclusiones obtenidas a partir de los mismos hay también ideas, interpretaciones, conflictos generados a partir de las interpretaciones de los hechos. De modo que él rechaza las posiciones que defienden la existencia de "hechos desnudos" y señala que los hechos que penetran en nuestro conocimiento son esencialmente teóricos. No obstante lo afirmado, él también defiende una autonomía relativa de los hechos. Así afirma:

"No sólo se trata de que la descripción de cada hecho particular depende de alguna teoría (que puede ser, por supuesto, muy diferente de la teoría que ha de ser probada), sino que además existen hechos que no pueden desenterrarse excepto con la ayuda de alternativas a la teoría que ha de ser probada y que se convierten en inasequibles tan pronto como se excluyen tales alternativas."

(Feyerabend 1976, pp. 40-41)

De aquí proviene la importancia que Feyerabend le da a la invención de alternativas distintas para dar cuenta de nuevos hechos no explicados por una vieja teoría. Las diferentes teorías pueden ser, según Feyerabend, coincidentes en parte unas

con otras, factualmente adecuadas aunque mutuamente inconsistentes. La condición de consistencia no debe excluir alternativas válidas ya que ello iría en contra de la práctica científica. Para Feyerabend es muy bueno que las alternativas y las nuevas teorías proliferen y a que ello promueve la creatividad y el progreso del conocimiento. Así dice:

"El único principio que no inhibe el progreso es:

todo vale." (Feyerabend 1980, p.10)

Así Feyerabend se define a sí mismo como un defensor del anarquismo en el campo de la epistemología y de la filosofía de la ciencia, un anarquismo que lleve al científico a rehuir la comodidad de conservar siempre el mismo método particular, con un conjunto determinado de reglas y normas y a ver siempre la posibilidad de encontrar alternativas.

Wolfgang Stegmüller

El capítulo IX del libro Estructura y Dinámica de Teorías de Wolfgang Stegmüller denominado "Dinámica de teorías: el desarrollo de la 'ciencia normal' y la suplantación de teorías en las 'revoluciones científicas'" incluye un inciso, el número 8, titulado "Primeros pasos hacia una desmitificación del holismo" que se extiende desde la página 327 hasta la página 340 del libro.

Stegmüller alude aquí a la llamada "tesis de Duhem-Quine" a la que presenta después de un esbozo intuitivo preparatorio, sintetizándola en dos postulados fundamentales. Más tarde va a establecer dos postulados adicionales que unidos a los dos primeros darán por resultado una tesis más fuerte que la original.

Stegmüller no pretende rechazar la concepción holista sino reinterpretarla de manera de poderla justificar racionalmente. Así la desmitificación del holismo anunciada en el título del inciso consistirá en esta reconstrucción racional que incluye los pasos de reinterpretación y de justificación de las ideas holistas.

Los dos postulados fundamentales que presenta, en primer lugar, Stegmüller caracterizan al holismo en sentido moderado y son los siguientes:

"(I) Una teoría se acepta o se rechaza como todo, y no por partes al aceptar o rechazar componentes (enunciados) aislados de la misma.

(II) No existe nada parecido al rechazo de una teoría debido a un experimento crucial."(Stegmüller 1983, p.333)

El esbozo intuitivo que prepara la introducción de estos dos postulados se inicia con una breve alusión a las ideas de P. Duhem ; la que copiamos íntegramente. Dice así:

"La idea básica del holismo moderado fue expresada por vez primera por P. Duhem. Según ella, cada teoría es confrontada con la experiencia --en este sentido el holismo es compatible por lo menos con un empirismo liberal--, pero no son enunciados singulares los que se hacen objeto de comprobación empírica, sino sólo la teoría como todo."(Stegmüller 1983, p.329)

A continuación Stegmüller examina ciertas ideas de Quine que se incluyen en sus escritos Grundzüge der Logik y "Two Dogmas of Empiricism". Según lo señala Stegmüller, Quine sostiene que la totalidad del sistema de nuestras afirmaciones está subdeterminada en relación con la experiencia. Ahora bien, en caso de que las afirmaciones o las predicciones de un sistema teórico resulten falsa habrá que alterar el sistema en alguna forma aunque para llevar a cabo

esta tarea hay una gran libertad. Se puede decidir qué enunciados conservar y cuáles no.

De cualquier forma, Quine se acerca a lo afirmado por Duhem al aseverar:

"Nuestros enunciados sobre la realidad externa se enfrentan al tribunal de la experiencia sensorial no individualmente, sino integrados en una totalidad."(citado en Stegmüller 1983, p.330)

Un intérprete de los planteamientos de Quine es Lakatos.

Stegmüller examina dos interpretaciones de este último filósofo que son las siguientes:

"Según la interpretación débil se niega la posibilidad de refutar empíricamente algún componente especial (algún enunciado determinado) del sistema teórico. Según la interpretación fuerte se niega la posibilidad de hacer una elección racional dentro de las infinitas alternativas posibles para hacer concordar el sistema con la experiencia."(Loc.cit.)

En opinión de Lakatos, hay que aceptar la tesis débil por trivialmente correcta y rechazar la fuerte por irracional. Tanto el falsacionismo ingenuo de Popper como el ilustrado de Lakatos permiten combatir la interpretación fuerte con argumentos racionales.

Pero a Stegmüller no le interesa rechazar la interpre-

fuerte sino intentar precisarla para que ya no tenga el aspecto de una tesis irracional.

Stegmüller piensa que la interpretación fuerte de Lakatos no es del todo correcta ya no es cierto que Quine rechace la posibilidad de efectuar una elección racional de alternativas de una manera absoluta. Para Quine existe un "esquema confuso de prioridades" que permite hacer una selección de lo que hay que conservar cuando se presenta el caso de no coincidencia entre el sistema teórico y la experiencia. Quine señala que es posible conservar inmutable a cualquier enunciado del sistema teórico con tal de introducir los cambios necesarios en el sistema, y también, inversamente, que ningún enunciado es inmune a la revisión. Quine plantea que: es mejor conservar los enunciados de la periferia de nuestra experiencia, que no se revise mientras sea posible a las leyes básicas, que se prefieran los cambios que menos alteren al sistema, que los cambios lleven en lo posible a una simplificación del sistema. Como este tipo de prioridades pueden entrar en conflicto, Quine destaca que para solucionarle entran, muchas veces, en juego los sentimientos e inclinaciones personales.

Hasta aquí las consideraciones intuitivas que condujeron a la formulación de los dos primeros postulados del holismo.

Posteriormente introduce Stegmüller dos postulados adicionales que junto con los dos originales caracterizan al holismo

en sentido estricto. Estos postulados son:

"(III) No puede distinguirse claramente entre el contenido empírico o las aserciones empíricas por un lado y los datos empíricos que apoyan esas aserciones empíricas, por otro.

(IV) Cuando cambia el dominio de aplicación de una teoría también cambia el significado de los términos teóricos de esa teoría."(Stegmüller 1983, p.339)

La tesis (III) es explicada por Stegmüller a partir de un pasaje de la obra de Kuhn. Stegmüller escribe:

"...señala Kuhn que las teorías ciertamente 'se adaptan a los hechos', pero que ello sólo es posible cuando ciertas informaciones, que para el 'paradigma' precedente todavía no existían en absoluto, 'se transforman en hechos'. (...) 'Las teorías no surgen paulatinamente, para adaptarse a hechos que ya estaban ahí desde siempre. Más bien surgen juntas con los hechos que se les adaptan en una reformulación revolucionaria de una tradición científica.'"

(Stegmüller 1983, p.333)

Stegmüller opina que es muy posible que algún lector encuentre una cierta dosis de irracionalidad en estas afirmaciones de Kuhn ya que parecen asemejarse a las ideas de pensadores idealistas como las de Hegel.

Por eso el intento de Stegmüller se va a orientar hacia la

obtención de una interpretación racional tanto para la tesis (III) como para la (I), la (II) y la (IV).

Es por ello que, en la segunda parte del inciso, se ocupa de hacer una "discusión y reconstrucción crítica del holismo estricto".

Stegmüller comienza esta parte de su argumentación buscando una interpretación racional para el postulado (I).

Stegmüller recuerda el concepto de teoría del estructuralismo según el cual, una teoría se expresa mediante el par ordenado

$$T = \langle K, I \rangle$$

donde K es la estructura matemática fundamental de la teoría e I es el conjunto de las aplicaciones propuestas de la teoría que se caracteriza a partir de un conjunto I₀ de ejemplos paradigmáticos. Con este tipo de concepto, "la decisión en favor de una teoría semejante es una decisión-de-todo-o-nada en el sentido de que nos decidimos a aplicar ese formalismo matemático por lo menos a los ejemplos paradigmáticos." (Stegmüller 1983, p.334)

Una teoría puede conservarse aunque se introduzcan cambios en dos diferentes sentidos: que la teoría llegue a aplicarse a nuevos fenómenos a los que antes no se aplicaba, o que se encuentren nuevas leyes especiales o condiciones de ligadura que restrinjan la estructura matemática. Los cambios también podrían darse en sentido regresivo, por ejemplo, podrían abandonarse ciertas leyes especiales que antes se mantenían. Así

concluye Stegmüller:

"Si concebimos el postulado fundamental (I) como resumen simplificado de los dos procesos que acabamos de describir/los procesos que corresponden a los cambios en los dos diferentes sentidos/, podemos constatar: el primer postulado fundamental del holismo es válido en esta reconstrucción racional."(Stegmüller 1983, p.335)

Para darle una interpretación racional al postulado (II), Stegmüller alude brevemente, ya que no le interesa entrar en detalle a este tipo de problema, al tema de la confirmación de las teorías. El señala enfáticamente que cuando el científico efectúa comprobaciones o confirmaciones, lo que está comprobando o confirmando no es una teoría sino hipótesis especiales de una teoría o, diciéndolo en términos estructuralistas, lo que comprueba o confirma son enunciados empíricos de Ramsey-Sneed particulares. De manera tal que, no tiene sentido hablar de una teoría como de una entidad que puede confirmarse o refutarse ya que sólo sus hipótesis especiales son las que resultan confirmadas o refutadas por los experimentos.

Puede darse el caso de que una restricción del núcleo matemático K sea refutada, pero ello no le impedirá al científico lograr su objetivo trabajando con una restricción distinta de este núcleo.

Es por ello, que pueden darse fracasos cuando un científico

hace uso de una determinada teoría, pero ello no indica que por este fracaso deba abandonarse a la teoría.

Toda esta argumentación le permite concluir también a Stegmüller que el segundo postulado fundamental es válido en su reconstrucción racional.

Para darle una interpretación racional al postulado holista (III), Stegmüller acude a las funciones T-teóricas. El postulado (III) tiende a dar la impresión de que el científico ajusta los hechos para que se adapten a su teoría. Esta misma impresión la puede dar la afirmación estructuralista de que "no pueden darse hechos relativos a las funciones T-teóricas que sean completamente independientes de por lo menos un enunciado empírico de la forma (VI)/=el enunciado de Ramsey-Sneed/acep-
tado a modo de intento." (Stegmüller 1983, p.338)

Para dar la solución a este problema Stegmüller nos remite a otra parte de su libro en que habla de las ventajas de no reproducir las aserciones empíricas de las teorías como enunciados de la forma (I) sino mediante enunciados de la forma (VI). En esta tesis se ha dado una presentación esquematizada de estas razones en el inciso II.4.. Tal como indicamos en la p.71 de esta tesis, todo el inciso II.4. constituye una argumentación en contra de los que sostienen una presunta analiticidad en el enunciado de Ramsey modificado.

En conclusión, la cita de la p.338 antes presentada consti-

tuye una interpretación racional del postulado (III) el cual así se hace válido en esta reconstrucción racional.

En cuanto al postulado (IV), Stegmüller busca darle una interpretación que se relaciones con las condiciones de verdad del enunciado empírico central de Ramsey-Sneed. Como las funciones T-teóricas tienen argumentos que se definen al interior de ciertos dominios, cuando cambia el dominio o los dominios de una teoría se alteran las condiciones de verdad de los enunciados empíricos sobre los valores de las funciones T-teóricas (cf. Stegmüller 1983, p.140) y así también se alteran los significados de los términos T-teóricos designados por tales funciones.

De esta manera el postulado (IV) recibe una interpretación que permite hacerlo válido en esta reconstrucción racional.

Stegmüller concluye que el holismo, tal como él lo ha reconstruido, es compatible con un empirismo razonable.

Comparación entre el trabajo de Wolfgang Stegmüller relativo al holismo y esta tesis

¿EN QUÉ SE PARECEN?

- En que ambos trabajos se orientan hacia el análisis del holismo científico, inscribiéndose ambos en la concepción estructural.
- En que ambos trabajos toman en cuenta las ideas de Duhem, de Quine y de Kuhn, relativas al problema del holismo científico.
- En que las tesis que he denominado hol - 3) y hol - 4) son similares a las tesis que Stegmüller llama (II) y (III) (cf. páginas 127, 130, 143 y 146 de esta tesis en donde pueden hallarse las cuatro afirmaciones.).

¿EN QUÉ SE DISTINGUEN?

- En los objetivos. Stegmüller pretende reinterpretar la concepción holista de manera de poderla justificar racionalmente. La desmitificación del holismo que anuncia en el título de su inciso consiste en una reconstrucción racional que incluye los pasos de reinterpretación y de justificación de las ideas holistas. (cf. Stegmüller 1983, p.328)

El objetivo de esta tesis es el de proporcionar una esquematización de las ideas holistas que se expresa en las afirmaciones llamadas Hol - 1), Hol - 2), Hol - 3), Hol - 4) y Hol - 5) así como en diferentes pasajes que complementan a estas afirmaciones, para luego especificar estas afirmaciones en ejemplos tomados de las ciencias empíricas, brindando así un contenido empírico a las afirmaciones filosóficas generales relativas al holismo.

- En la longitud del trabajo. El trabajo de Stegmüller relativo al holismo es breve.
- En el caso de P. Duhem, puede observarse que Stegmüller le dedica 6 líneas (cf. Stegmüller 1983, p.329), de manera que es difícil efectuar una comparación. Aunque coincidimos con lo que dice Stegmüller acerca de Duhem, queremos destacar que en la tesis se hace un análisis de los escritos de Duhem, considerando ejemplos y extrayendo a partir de sus argumentaciones 4 posibles afirmaciones: la T - 1), la

T - 2), la T- 3) y la T - 4) que representan cuatro posiciones distintas en relación con el problema del holismo.

- En relación con Quine, queremos destacar que no concebimos a sus tesis relativas al holismo como idénticas a las de Duhem. Stegmüller habla de una única tesis filosófica que él llama de Duhem-Quine (siguiendo en ello a Lakatos). Nosotros distinguimos entre las tesis filosóficas de ambos pensadores tal como puede comprobarse en el inciso I.4. de esta tesis. Queremos también poner en relieve la introducción de dos ejemplos originales que cobran relevancia para analizar las ideas filosóficas de Quine: el que corresponde a la gráfica G - 1 (cf. pp. 25-ss) y el E - 2) que corresponde al Principio de Fermat (pp. 34-ss), los cuales son analizados con detalle.

- En cuanto a las ideas filosóficas de Kuhn hay que aclarar que también en esta tesis se las distingue de las de Duhem y de las de Quine, de manera que ya no hay una única tesis Duhem-Quine en relación con el holismo sino que hay una tesis que adjudicamos a Duhem, otra a Quine y otra a Kuhn. En relación con Kuhn, creo que también es importante señalar que se ha efectuado un trabajo de comparación entre sus posiciones y las de Quine, encontrándose cuatro puntos de contacto entre ambos autores (los dos primeros están expresados en la p.43, el tercero en la 44 y el último en la 132.)

- Tampoco se encuentra en Stegmüller el análisis ontosemántico que se hace en el punto II.2., en el que se justifican ciertas ventajas que tiene la concepción estructural para abordar el problema del holismo, ni los puntos II.7. y III.1. que se orientan a el logro de una clasificación de las ideas holistas, ni el análisis de plausibilidad del holismo à la Quine que se hace también a partir de un ejemplo original: el E - 5) (cf. p.97), ni, esencialmente, una discusión a partir de una reconstrucción estructural de una teoría empírica particular.
- En relación con la reconstrucción de la hidrodinámica de fluidos ideales que en esta tesis se presenta como ejemplo, quizás sea necesario aclarar en qué se distingue esta reconstrucción aquí presentada de la que ya se presentó en la tesis de maestría.

Las únicas páginas en las que pueden encontrarse COINCIDENCIAS son las páginas 102 a la 110. Aunque la coincidencia no es total ya que el análisis concerniente a la teoriedad de las funciones teóricas y que abarca de las páginas 103 a la 107 no es el mismo, ya que ha sido perfeccionado. Todos los demás desarrollos son ORIGINALES. Entre estos nuevos desarrollos hay que destacar: la presentación de la red de especializaciones de la teoría (pp. 110 a 114), el análisis de la condición de ligadura de esta teoría (pp.73-4,110), el análisis de los dominios de

aplicación de las especializaciones (pp. 57 y 58), un nuevo argumento en favor de la hipótesis de HFI-teoricidad de la presión a partir del ejemplo del Tubo de Pitot (pp. 115, 116, 118 y 119), el análisis de una postura holista a la Kuhn a través de la reconstrucción de la hidrodinámica de fluidos ideales (pp. 120 a 132). Este último análisis incluye también un examen de la irrestricción empírica de la ley fundamental de la Hidrodinámica de fluidos ideales (= la ecuación de Euler). (En la p. 120 de la tesis, al tratar el tema de la irrestricción empírica de la ley fundamental de la hidrodinámica se incluyen dos citas que también se incluyeron en la tesis de maestría, una de Dugas y otra de Truesdell. Sin embargo los contextos en que se las usa son diferentes: en la tesis de maestría se incluyen dentro de un inciso que se refiere a la historia de la hidrodinámica y aquí se las incluye para analizar el tema de la irrestricción empírica y del holismo.)

Conclusiones. Las aportaciones originales de
esta tesis.

- 1) Esta tesis constituye un trabajo original en la medida en que son pocos los trabajos que traten el tema del título y mucho menos usando la metodología aquí utilizada.
- 2) El tema del holismo científico ha sido tratado aquí desde tres ángulos, cada uno de los cuales corresponde a un capítulo de esta tesis. En el primero, se revisan y esquematizan críticamente los postulados de los principales autores que aluden al tema. En el segundo se presenta al estructuralismo como un arma efectiva para abordar el análisis del holismo, encontrando en el propio estructuralismo elementos holistas. En el tercero se presenta como punto central una reconstrucción de la hidrodinámica de fluidos ideales, a partir de la cual se efectúa un examen de detalle de ciertas interrelaciones holistas que aparecen al interior de esta teoría.
- 3) Las principales conclusiones ya se incluyen dentro del propio trabajo, destacándose especialmente las que hemos llamado Hol - 1, 2, 3,4 y 5 que se encuentran en las páginas 21, 45, 127, 130 y 132 de este trabajo.
- 4) La importancia filosófica de la discusión aquí presentada

se desprende, en mi opinión, de una vertiente doble: por un lado, el tema mismo es relevante ya que la cuestión relativa al modo como se ponen a prueba las afirmaciones de una teoría empírica es una cuestión muy cercana a la práctica de cualquier científico y que, por ello mismo, requiere de una clara elucidación; por otro lado, esta tesis se inscribe dentro de la corriente denominada filosofía especial de la ciencia, la cual pone el acento en la necesidad de recurrir a los textos que se usan en la práctica científica, escritos por los creadores de las teorías y utilizados en la enseñanza de la ciencia, de manera tal que la discusión se haga sobre bases firmes y no caiga en las aseveraciones generales y metafóricas que no contribuyen mayormente cuando se quiere realizar un estudio meta-teórico preciso.

SIMBOLOS

Si f es una función, entonces $D_I(f)$ denota su dominio y $D_{II}(f)$ su contradominio.

Sea f una función monádica y diferenciable, Df denota su derivada correspondiente. Si f es una función de n argumentos $f(a_1, \dots, a_n)$, y es diferenciable para cada uno de ellos, entonces $D_{a_1} f$ denota la derivada parcial de f con respecto al argumento a_1 .

Sea $f: R^3 \rightarrow R$ una función escalar y diferenciable de vectores, definida en un sistema ortogonal de coordenadas espaciales que se denotan x, y, z tal como es usual. Sean i, j, k los tres vectores unitarios que determinan al sistema de coordenadas. Podemos tomar derivadas parciales de f con respecto a cada una de las coordenadas $D_x f(x, y, z), D_y f(x, y, z), D_z f(x, y, z)$. Si multiplicamos cada uno de estos valores por los vectores unitarios correspondientes, obtenemos los vectores $D_x f(x, y, z)i, D_y f(x, y, z)j, D_z f(x, y, z)k$ en cada una de las direcciones espaciales correspondientes. La suma de los tres vectores mencionados da lugar a un nuevo vector cuya dirección, tal como puede mostrarse, es aquella en la que f

varía más. Este vector puede ser considerado como el resultado de aplicar un operador diferencial general

$$D_x i + D_y j + D_z k$$

a la función escalar f . El resultado es un vector que indica en qué dirección f varía más y cuál es el monto de la variación. Este operador se llama gradiente (abreviadamente grad):

$$\begin{aligned} \text{grad } f(x,y,z) &= (D_x i + D_y j + D_z k) f(x,y,z) = \\ &= D_x f(x,y,z) i + D_y f(x,y,z) j + D_z f(x,y,z) k \end{aligned}$$

Debe observarse que grad es una expresión formalmente abierta (incompleta) de mismo tipo que la derivada normal "D".

Sean a y b dos vectores, siendo $a = \langle a_1, \dots, a_n \rangle$ y $b = \langle b_1, \dots, b_n \rangle$, entonces

$$a \cdot b = a_1 b_1 + a_2 b_2 + \dots + a_n b_n$$

es el producto escalar entre ellos, y

$$\begin{aligned} a \times b &= (a_2 b_3 - a_3 b_2) i + (a_3 b_1 - a_1 b_3) j + \\ &+ (a_1 b_2 - a_2 b_1) k \end{aligned}$$

es el producto vectorial entre ellos.

Sea $A: R^3 \rightarrow R^3$ una función vectorial de la forma

$$A = a_1(x,y,z) i + a_2(x,y,z) j + a_3(x,y,z) k$$

entonces la expresión siguiente se llamará rotor de A
(abreviadamente rot A):

$$\begin{aligned} \text{rot } A = & (D_y a_3 - D_x a_2)i + (D_z a_1 - D_x a_3)j + \\ & + (D_x a_2 - D_y a_1)k \end{aligned}$$

Puede considerarse que este vector "rot A" es el resultado
de la multiplicación de un operador diferencial general

$$D_x i + D_y j + D_z k$$

por la función que antes llamamos A, esto es,

$$\text{grad } x A = \text{rot } A$$

-161-
BIBLIOGRAFIA

- Balzer, W., "Holism and Measurement", ponencia presentada en
II I Simposio Internacional de Filosofía - U.N.A.M. -
México, 1980. (Las Memorias de este Simposio serán publi-
cadas en español por el Instituto de Investigaciones
Filosóficas de la U.N.A.M.)
- , y C.U. Moulines, "Die Grundstruktur der klassischen
Partikelmechanik und ihre Spezialisierungen", Z.Naturforsch.,
36a, 600-608, 1981.
- Benedict, R.P., Fundamentals of Temperature, Pressure and Flow
Measurement, John Wiley and Sons, U.S.A., 1977.
- Dugas, R., Histoire de la Mécanique, Du Griffon, Neuchâtel,
1950.
- Duhem, P.M.M., The Aim and Structure of Physical Theory,
Atheneum, New York, 1977.
- Dummett, M., Frege - Philosophy of Language, Duckworth, Londres,
1973.
- Durrant, P.J., General and Inorganic Chemistry, Longmans,
Gran Bretaña, 1962.
- Feynman, R.P., R.B. Leighton y M.Sands. The Feynman Lectures in
Physics. Ed. Fondo Educativo Interamericano, EEUU, 1971.
- Feyerabend, P., Cómo ser un buen empirista, Universidad de
Valencia, Valencia, 1976.
- , Against Method, Verso, Londres, 1980. (Para traducir las
citas me he basado en P.Feyerabend, Contra el método, tra-
ducción castellana de Francisco Hernán, Ariel, Barcelona, 1975)
- Lakatos, I., Philosophical papers, editados por John Worrall y
Gregory Currie, Cambridge University Press, Cambridge, 1978.

Harding, S.G.(ed.), Can Theories be refuted?: Essays on The Duhem - Quine Thesis, Reidel, Dordrecht, 1976.

Kuhn, T.S., The Structure of Scientific Revolutions, Univ. of Chicago, Chicago, 1962.

McLellan, C.R., C.D. Marion y R.W. Clark, Concepts of General Chemistry, Philadelphia, 1966.

Moulines, C.U., "A Logical Reconstruction of Simple Equilibrium Thermodynamics.", Erkenntnis, vol. 9, # 1, 1975.

—, "Dos clases de holismo", intervención en el I Simposio Internacional de Filosofía - U.N.A.M. - México, 1980. (Las Memorias de este Simposio serán publicadas en español por el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la U.N.A.M.)

—, "Los modos del holismo científico", ponencia presentada en el II Simposio Internacional de Filosofía - U.N.A.M. - México, 1981. (Las Memorias de este Simposio serán publicadas en español por el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la U.N.A.M.)

—, Exploraciones Metacientíficas, Alianza Ed., Madrid, 1982.

Orear, J., Fundamental Physics, John Wiley and Sons, U.S.A., 1967.

Quine, W.V.O., From a Logical Point of View, Harvard Univ., Cambridge, 1961.

—, Word and Object, M.I.T., Cambridge, 1960.

—, "Two Dogmas of Empiricism", 1951, incluido en Harding 1976.

—, Los métodos de la lógica, Ariel, Barcelona, 1981.

- Ramsey, F.P., "Theories", en Braithwaite, R.B., The Foundations of Mathematics, , Londres, 1965.
- Simpson, T.M., Semántica filosófica: problemas y discusiones, Siglo XXI, Buenos Aires, 1973.
- Sneed, J.D., The Logical Structure of Mathematical Physics, Reidel, Dordrecht, 1971.
- Stegmüller, W., Estructura y Dinámica de las teorías, Ariel, Barcelona, 1983.
- , The Structuralist View of Theories, Springer, Germany, 1979.
- Taton, R., History of Science, Basic Books, Nueva York, 1964.
- Tisza, L., Generalized Thermodynamics, M.I.T., Cambridge, 1966.
- Trejo, W., "Los paradigmas como estructuras de la naturaleza", fotocopia, 1984.
- Truesdell, C., Essays in the History of Mechanics, Springer, Nueva York, 1968.
- Williams, M.B., "Deducing the Consequences of Evolution? A Mathematical Model", en J. Theor. Biol. 29, pp. 343 - 385, 1970.